

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра водопостачання, водовідведення та бурової справи

03-06-114

Методичні вказівки

до виконання курсового проекту, практичних занять та самостійної роботи
з навчальної дисципліни **«Водовідведення (очистка стічних вод)»**
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(водопостачання та водовідведення)
всіх форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою з якості
Навчально-наукового інституту
Будівництва та архітектури
Протокол № 6 від 23.06.2020 р.

Рівне – 2020

Методичні вказівки до виконання курсового проекту, практичних занять та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Водовідведення (очистка стічних вод)» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» (водопостачання та водовідведення) всіх форм навчання [Електронне видання] / Ковальчук В. А. – Рівне : НУВГП, 2020. – 66 с.

Укладач: Ковальчук В. А., докт. техн. наук, професор, професор кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Відповідальний за випуск – Мартинов С. Ю., докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри водопостачання, водовідведення та бурової справи.

Керівник групи забезпечення спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» – Бабич Є. М., докт. техн. наук, професор.

ЗМІСТ	3
ВСТУП	4
1. РОЗРАХУНКОВІ ВИТРАТИ СТІЧНИХ ВОД	4
2. РОЗРАХУНКОВІ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЗАБРУДНЕНЬ СТІЧНИХ ВОД ..	6
3. НЕОБХІДНИЙ СТУПІНЬ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД	8
4. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД	8
5. РОЗРАХУНОК СПОРУД ДЛЯ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД	12
5.1. Загальні вказівки	12
5.2 Решітки	12
5.3 Піскоуловлювачі	15
5.3.1 Горизонтальні піскоуловлювачі	15
5.3.2 Аеровані піскоуловлювачі	15
5.3.3 Піскові майданчики	18
5.4 Первинні відстійники	19
5.5 Високонавантажувані біофільтри	22
5.6. Аеротенки-витиснювачі з регенератором	22
5.7. Вторинні відстійники	26
5.8. Споруди для знезаражування стічних вод	26
5.9. Споруди для насичення очищених стічних вод киснем	28
6. РОЗРАХУНОК СПОРУД ДЛЯ ОБРОБКИ ОСАДІВ	29
6.1. Мулозгущувачі	29
6.2. Метантенки та газгольдери	31
6.3. Аеробний стабілізатор	35
6.4. Механічне зневоднення осаду	37
6.4.1. Технології і обладнання для механічного зневоднення осадів стічних вод	37
6.4.2. Зневоднення осадів на барабанних вакуум-фільтрах	37
6.4.3. Зневоднювання осадів на дегідраторах	38
6.4.3. Зневоднення осаду на фільтр-пресах	39
6.4.4. Знезаражування механічно зневодненого сирого осаду	40
6.5. Мулові майданчики	40
7. ГЕНЕРАЛЬНИЙ ПЛАН МАЙДАНЧИКА ОЧИСНИХ СПОРУД	41
7.1. Компонування та благоустрій майданчика очисних споруд	41
7.2. Схема розміщення очисних споруд	43
8. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ З ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ ТА ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ ДО ПРОЕКТУ	46
ДОДАТКИ	48
САМОСТІЙНА РОБОТА	64
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	65

ВСТУП

Методичні вказівки призначені для студентів денної та заочної форми навчання спеціальності «Водопостачання та водовідведення».

У вказівках наведені рекомендації до проведення практичних занять та намічена послідовність виконання курсового проекту, даються рекомендації із розрахунку і проектуванню споруд для очистки стічних вод та обробки осадів, нормативні та довідкові дані наведені у додатках до даних методичних вказівок.

Природно, що вказівки не є єдиним джерелом всіх необхідних відомостей для курсового проектування. Успішне виконання курсового проекту потребує широкого використання підручників, нормативної літератури, довідників та посібників. Список рекомендованих літературних джерел наведений у кінці методичних вказівок.

1. РОЗРАХУНКОВІ ВИТРАТИ СТІЧНИХ ВОД

Добова витрата суміші виробничих і побутових стічних вод, що надходять на каналізаційні очисні споруди, визначається за виразом:

$$Q_{доб}^{сум} = Q_{доб}^{вир} + Q_{доб}^{поб}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (1.1)$$

де: $Q_{доб}^{поб}$ та $Q_{доб}^{вир}$ - добова витрата відповідно побутових та виробничих стічних вод, що приймаються за завданням, $\text{м}^3/\text{добу}$.

Середньогодинні ($Q_{сер.год}^{сум}$) та середньо секундні ($Q_{сер.сек}^{сум}$) витрати суміші виробничих та побутових стічних вод визначаються за формулами:

$$Q_{сер.год}^{сум} = \frac{Q_{доб}^{сум}}{24}, \text{ м}^3/\text{год}; \quad (1.2)$$

$$Q_{сер.сек}^{сум} = \frac{Q_{доб}^{сум}}{24 \cdot 3600}, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (1.3)$$

Середньогодинні ($Q_{сер.год}^{поб}$) та середньо секундні ($Q_{сер.сек}^{поб}$) витрати побутових стічних вод визначаються за формулами:

$$Q_{сер.год}^{поб} = \frac{Q_{доб}^{поб}}{24}, \text{ м}^3/\text{год}; \quad (1.4)$$

$$Q_{сер.сек}^{ноб} = \frac{Q_{доб}^{ноб}}{24 \cdot 3600}, \text{ м}^3/\text{год.} \quad (1.5)$$

Розрахункові витрати суміші побутових та виробничих стічних вод визначаються за сумарним графіком припливу їх на очисні споруди протягом доби.

Витрати побутових стічних вод розподіляються за годинами доби у відповідності до графіка добового водовідведення, який вибирається в залежності від величини загального коефіцієнта нерівномірності водовідведення ([3], табл. 3.6; додаток 2). Значення загального коефіцієнта нерівномірності (максимального та мінімального) визначається за будівельними нормами в залежності від середньої секундної витрати побутових стічних вод ([2], табл. 2; додаток 1).

Максимальні та мінімальні годинні витрати побутових стічних вод приймаються в години, що відповідають максимальному та мінімальному водовідведенню у відповідності з графіком добового водовідведення, який вибирається в залежності від величини загального коефіцієнта нерівномірності водовідведення ([3], табл. 2; додаток 2) і визначаються у $\text{м}^3/\text{год}$ та % за формулами:

$$Q_{макс.год}^{ноб} = Q_{сер.год}^{ноб} \cdot k_{заг.макс}, \text{ м}^3/\text{год}; \quad (1.6)$$

$$Q_{макс.год}^{ноб.\%} = \frac{100}{24} \cdot k_{заг.макс}, \%; \quad (1.7)$$

$$Q_{мін.год}^{ноб} = Q_{сер.год}^{ноб} \cdot k_{заг.мін}, \text{ м}^3/\text{год}; \quad (1.8)$$

$$Q_{мін.год}^{ноб.\%} = \frac{100}{24} \cdot k_{заг.мін}, \%. \quad (1.9)$$

У інші години доби розподіл витрат визначається за даними (у %), які наведені у добовому графіку водовідведення за формулою:

$$Q_{i-година}^{ноб} = Q_{доб}^{ноб} \cdot \frac{Q_{\%-i}^{ноб}}{100}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.10)$$

де $Q_{\%-i}^{ноб}$ - витрата побутових стічних вод у i -у годину у % від добової витрати.

Погодинні витрати виробничих стічних вод визначаються з урахуванням вказаних у завданні відсоткового розподілу стічних вод за змінами ($Q_{\%-зміна}^{вир}$) та коефіцієнта годинної нерівномірності ($K_{вир}$). Годину мак-

симального водовідведення в межах зміни допускається приймати самостійно, наприклад, третю або четверту годину від початку зміни.

Витрата виробничих стічних вод за змінами доби визначається за формулою:

$$Q_{i-зміна}^{вир} = Q_{доб}^{вир} \cdot \frac{Q_{\%-зміна}^{вир}}{100}, \text{ м}^3/\text{зміну}. \quad (1.11)$$

Витрата виробничих стічних вод в годину максимального водовідведення в межах кожної зміни визначається за формулою:

$$Q_{максгодини}^{вир(i-зм)} = Q_{i-зміна}^{вир} \cdot \frac{K_{вир}}{T}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1.12)$$

де - $K_{вир}$ - коефіцієнт годинної нерівномірності відведення виробничих стічних вод; T - тривалість зміни, яка приймається 8 годин.

В інші години зміни, крім години максимального водовідведення, витрати виробничих стічних вод припускається приймати однаковими і визначати за формулою:

$$Q_{години}^{вир(i-зм)} = \frac{Q_{i-зміна}^{вир} - Q_{максгодини}^{вир(i-зм)}}{T - 1}, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (1.13)$$

Сумарний графік припливу стічних вод на очисні споруди по годинам доби рекомендується зображати у вигляді табл. 1.1.

В результаті розрахунків необхідно визначити і записати у пояснювальній записці окремим рядком наступні розрахункові витрати суміші стічних вод, що надходить на очисні споруди:

- середні - добові ($Q_{доб}^{сум}$), годинні ($Q_{сер.год}^{сум}$), та секундні ($Q_{сер.сек}^{сум}$);

- максимальні - годинні ($Q_{максгод}^{сум}$) та секундні ($Q_{макссек}^{сум}$);

Максимальні і мінімальні годинні витрати суміші стічних вод визначаються за результатами розрахунків (таблиця 1.1).

2. РОЗРАХУНКОВІ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЗАБРУДНЕНЬ СТІЧНИХ ВОД

У курсовому проекті для розрахунку основних споруд достатньо знати БПК_{повн}, концентрації завислих і поверхнево-активних речовин (ПАР) у суміші побутових та виробничих стічних вод, що надходить на очисні споруди.

Таблиця 1.1

Витрати стічних вод, що надходять на очисні споруди на протязі доби

Години доби	Витрати побутових стічних вод		Витрати виробничих стічних вод	Витрати суміші стічних вод
	%	м ³ /год	м ³ /год	м ³ /год
1	2	3	4	5
0-1				
1-2				
...				
23-24				
Усього				

Концентрації забруднень у неочищених побутових стічних водах $C_{з.п.}$ за завислими речовинами, БПК_{повн} і ПАР визначаються за формулою:

$$C_{з.п.} = \frac{a \cdot N_{\kappa} + 0,33 \cdot a \cdot N_{нк}}{Q_{з.п.}}, \text{мг/дм}^3, \quad (2.1)$$

де a - кількість забруднюючих речовин у розрахунку на одного жителя, г/добу, яка складає: 65 – за завислими речовинами; 83 – за БПК_{повн} для неосвітлених стічних вод; 50 – за БПК_{повн} для освітлених стічних вод; 2,5 – за ПАР.

Середня концентрація забруднень $C_{сум}$ в суміші побутових і виробничих стічних вод визначається за формулою:

$$C_{сум} = \frac{C_{з.п.} \cdot Q_{з.п.} + C_{вир.} \cdot Q_{вир.}}{Q_{з.п.} + Q_{вир.}}, \text{мг/дм}^3, \quad (2.2)$$

де: $C_{з.п.}, C_{вир.}$ - концентрації забруднень (завислі речовини, БПК_{повн} чи ПАР) відповідно в побутових і виробничих стічних водах, мг/дм³; $Q_{з.п.}, Q_{вир.}$ - витрати відповідно побутових і виробничих стічних вод.

Зведене число жителів $N_{зв.}$ за завислими речовинами і БПК_{повн} визначається за формулою:

$$N_{зв.} = N_{\kappa} + 0,33 \cdot N_{нк} + N_{екв}, \quad (2.3)$$

де: $N_{екв}$ - еквівалентне число жителів, тобто таке їх число, що вносить ту ж кількість забруднень, що їх вміщують зазначені витрати виробничих стічних вод.

Еквівалентне число жителів за біохімічною потребою у кисні дорівнює:

$$N_{екв.}^{БПК} = \frac{C_{вир}^{БПК} \cdot Q_{вир}}{50}, \quad (2.4)$$

а за завислими речовинами:

$$N_{екв.}^{з.р.} = \frac{C_{вир}^{з.р.} \cdot Q_{вир}}{65}, \quad (2.5)$$

де $C_{вир}^{БПК}$ - БПК_{повн} виробничих стічних вод, мг/дм³; $C_{вир}^{з.р.}$ - концентрація завислих речовин у виробничих стічних водах, мг/дм³; $Q_{вир}$ - витрата виробничих стічних вод, м³/доба.

Загальну продуктивність очисних споруд населених пунктів стосовно забруднень органічними речовинами у переведенні на популяційний еквівалент слід визначати за формулою

$$N_{req} = \frac{L_{en5} \cdot Q}{65}, \quad (2.6)$$

де L_{en5} - максимальне середнє за тиждень розрахункове забруднення стічних вод за БПК₅, г О₂/м³; Q – витрата стічних вод, м³/добу.

3. НЕОБХІДНИЙ СТУПІНЬ ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД

Нормативи якості води водоймища, в яке скидаються очищенні стічні води, встановлюються в залежності від виду використання (категорії) цих водоймищ [4].

У даному курсовому проекті вимоги до якості очистки стічних вод на проєктованих очисних спорудах за БПК_{повн}, концентрацією завислих речовин тощо вказуються викладачем у завданні на проєктування.

4. ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ОЧИСТКИ СТІЧНИХ ВОД

Технологічна схема і склад очисних споруд, що проєктуються, признається в залежності від необхідного ступеня очистки, витрат стічних вод та місцевих умов (характеру ґрунтів і рівня ґрунтових вод, рельєфу майданика та ін.) Приблизний склад і тип споруд можуть бути вказаними в завданні на курсове проєктування, що спрощує вирішення задачі, але не звільняє автора проєкту від обґрунтування прийнятої технології очистки стічних вод з урахуванням вимог ДБН та рекомендацій, які приведені в різних літературних джерелах. При відповідному обґрунтуванні та по узгодженню з керівником курсового проєктування склад і типи споруд можуть уточнятися і переглядатися.

При виборі принципової схеми очистки стічних вод і складу очисних споруд рекомендується керуватися наступними основними положеннями.

У складі очисних споруд повинні передбачатися решітки з прозорами не більше ніж 16 мм чи решітки-дробарки за відсутності у технологічній схемі обробки осадів метантенків. У будівлі решіток рекомендується встановлювати поршневі та шнекові гідропреси, які дозволяють знизити вологість покидьків до 50 %. Затримані покидьки слід збирати в контейнери з герметичними кришками і вивозити в місця обробки твердих побутових і промислових відходів.

Піскоуловлювачі повинні передбачатися у всіх випадках при продуктивності станції більше 100 м³/добу. Тип піскоуловлювача необхідно вибирати з урахуванням продуктивності очисної станції та відповідних рекомендацій [1-3,7,10].

Для видалення осаду з піскоуловлювачів можуть застосовуватися гідроелеватори, піскові насоси чи інше обладнання. Як робоча рідина для гідроелеваторів, а також при використанні гідромеханічної системи змиву осаду в аерованих та горизонтальних піскоуловлювачах як робоча рідина може бути використана вода, освітлена в первинних відстійниках чи очищена стічна вода.

Для підсушування піску, що виділяється з піскоуловлювачів, слід передбачити піскові майданчики чи піскові бункери, пристосовані для наступного навантаження в автомобілі. Воду від піскових майданчиків та бункерів слід спрямовувати в канал перед решітками чи піскоуловлювачами.

Вибір типу первинних відстійників слід робити з урахуванням продуктивності очисної станції: до 20000 м³/добу - вертикальні, понад 15000 м³/добу - горизонтальні, понад 20000 м³/добу - радіальні та з обертовими водорозподільними та водозбірними пристроями, до 30000 м³/добу - освітлювачі-перегнивачі, до 10000 м³/добу - двоярусні відстійники. При цьому необхідно враховувати місцеві умови (характеристика ґрунту, рівень ґрунтових вод, тощо).

При необхідності знизити вміст забруднень в освітлених водах понад тим, що здатні забезпечити первинні відстійники, рекомендується використовувати споруди для попередньої аерації, біокоагулятори та освітлювачі з природною аерацією.

Попередні аератори можуть передбачатися перед первинними відстійниками усіх типів у вигляді окремих споруд, а біокоагулятори та освітлювачі - у вигляді споруд, сумішених з вертикальними та радіальними відстійниками. Попередні аератори слід використовувати на очисних станціях з аеротенками, біокоагулятори та освітлювачі - на станціях як з аеротенками, так і з біологічними фільтрами.

Замість первинних відстійників з попередніми аераторами можуть бути

використані флотаційні біокоагулятори [9].

Краплинні біофільтри проектується для повної очистки стічної рідини до $\text{БПК}_{\text{повн}} 15 \text{ мг/дм}^3$ при продуктивності станції не більше $1000 \text{ м}^3/\text{добу}$.

Високонавантажувані біологічні фільтри проектується на повну та неповну очистку і використовуються для очисних станцій продуктивністю до $50000 \text{ м}^3/\text{добу}$. При відповідному обґрунтуванні допускається використання їх і для більших очисних станцій. В несприятливих кліматичних умовах і при необхідності деякого додаткового поліпшення якості очистки стічних вод можливе використання двохступінчастих біофільтрів [11].

При самопливному протіканні стічних вод використання біологічних фільтрів потребує значного перепаду (до 6 м) відміток рівнів води в первинних і вторинних відстійниках, тому очисні станції з біофільтрами доцільно розміщати на майданчиках з великими похилами поверхні (0,02). Оскільки вторинні відстійники після біофільтрів споруджуються повністю заглибленими у ґрунт, схеми споруд з біофільтрами можуть виявитися неекономічними при розміщенні споруд на майданчиках з високим рівнем ґрунтових вод.

Аеротенки різних типів можуть використовуватись для повної ($\text{БПК}_{\text{повн}} - 15-20 \text{ мг/дм}^3$) та неповної біологічної очистки стічних вод. При виборі типу аеротенка перевагу слід віддавати сучасним конструкціям [9], тим, які в найбільшому ступені відповідають конкретним умовам.

При проектуванні біологічного видалення азоту і фосфору допускається застосовувати сучасні технологічні схеми ([2], п. 10.3.2.3). При розрахунку схеми із попередньою денітрифікацією і біологічною дефосфатацією слід використовувати рекомендації, наведені у методичній літературі [6].

Вибір типу вторинних відстійників здійснюється аналогічно до вибору первинних відстійників в залежності від продуктивності станцій та місцевих умов. При використанні високопродуктивних аеротенків замість вторинних відстійників доцільно застосувати флотаційні муловідокремлювачі [9].

Знезаражування стічних, вод рідким хлором чи гіпохлоритом натрію повинно передбачатись на станціях повної та неповної біологічної очистки. Для змішування стічної води з хлором можуть бути використані змішувачі будь-якого типу. Контактні резервуари слід проектувати як первинні відстійники без скребків. Можливе також використання контактних резервуарів інших конструкцій [1,3].

Очищені стічні води після знезаражування відводяться до місця випуску по закритому трубопроводу чи відкритому каналу.

У тих випадках, коли необхідні концентрації завислих речовин і $\text{БПК}_{\text{повн}}$ очищених стічних вод виявляються меншими 15 мг/дм^3 і не мо-

жуть бути досягнуті звичайними методами біологічної очистки, необхідно передбачити доочистку біологічно очищених стічних вод у біологічних ставках, на мікрофільтрах та фільтрах з зернистим завантаженням, а також з використанням фізико-хімічних та інших методів [1-3, 12].

При концентрації завислих речовин у біологічно очищених стічних водах $15-20 \text{ мг/дм}^3$ (після вторинних відстійників) зниження концентрацій забруднень допускається приймати: на мікрофільтрах - за завислими речовинами 50-60 %, за БПК_{повн} 25-30 %, на фільтрах - за завислими речовинами 45-80 %, за БПК_{повн} 35-70 %. В біологічних ставках БПК_{повн} знижується до $4-6 \text{ мг/дм}^3$. Використовуючи фізико-хімічні методи, можна забезпечити зниження БПК_{повн} стічних вод до $2-3 \text{ мг/дм}^3$ і концентрацій завислих речовин до $0-2 \text{ мг/дм}^3$.

Для зброджування осадів з первинних відстійників, надлишкового активного мулу та біологічної плівки можуть використовуватися метантенки з мезофільним чи термофільним режимом процесу, а також аеробні стабілізатори.

Для наступної обробки осаду, збродженого у мезофільних чи термофільних умовах, або аеробно стабілізованого осаду можуть бути використані: сушіння на мулових майданчиках і наступне компостування; механічне зневоднення на центрифугах, стрічкових та камерних фільтр-пресах; термічне сушіння; спалювання.

Можливе використання механічного зневоднення для обробки сирого осаду та надлишкового активного мулу [8]. У випадку утилізації зневоднених сирих осадів та активного мулу необхідно передбачити дегельмінтизацію [3,13].

На очисних станціях з аеротенками необхідні споруди для згущування надлишкового активного мулу. Як мулозгущувачі можуть використовуватися спеціальні споруди типу вертикальних та радіальних відстійників [1-3,9]. Доцільно використовувати також флотаційні мулозгущувачі [3, 9].

Транспортування сирого осаду з первинних відстійників здійснюється, як правило, самопливом до мулової насосної станції, а звідти по напірному трубопроводу у розподільну камеру метантенків. Зброджений осад самопливом чи за допомогою насосної станції направляється на мулові майданчики чи на механічне зневоднення. Дренажні стічні води з мулових майданчиків слід перекачувати у приймальну камеру очисних споруд

Надлишковий активний мул може подаватися в мулозгущувачі з трубопроводу циркуляційного активного мулу. Мулова вода з мулозгущувачів самопливом направляється в канал перед аеротенками чи в голову споруд.

Прийнята технологічна схема очистки стічних вод і обробки осадів повинна бути описана у пояснювальній записці до курсового проекту з показом типу і марок використаних споруд та обладнання, їх кількості та ре-

жимів роботи.

На кресленні балансової схеми, що розміщується у пояснювальній записці, повинні бути вказані всі технологічні споруди, насосні станції та трубопроводи.

На усіх технологічних лініях повинні бути вказані витрати рідин чи осадів, що транспортуються (добові та максимальні годинні), концентрації завислих речовин та БПК_{повн}.

5. РОЗРАХУНОК СПОРУД ДЛЯ ОЧИСТКИ СТИЧНИХ ВОД

5.1. Загальні вказівки

Розрахунок споруд та комунікацій очисної станції повинен виконуватися у відповідності до діючих будівельних норм та правил [2], правил та рекомендацій, наведених в учбових посібниках та інших літературних джерелах [1,3,7,10]. При виконанні проекту дозволяється використовувати типові споруди, але разом з тим слід намагатися широко використовувати у проекті останні наукові та технічні досягнення, ефективні споруди та методи розрахунку.

Розрахунок споруд очисної станції доцільно вести в послідовності, що відповідає руху води по спорудам: решітки, піскоуловлювачі, водовимірні пристрої, первинні відстійники, споруди біологічної очистки, вторинні відстійники, споруди для знезаражування води (змішувачі, контактні резервуари), випуск, комунікації (лотки трубопроводи, водозливи). Слід урахувати, що при розрахунку решіток та піскоуловлювачів спочатку розраховують підвідні лотки, оскільки наповнення в лотках визначає площу поперечного перерізу решіток та піскоуловлювачів.

Потім розраховують споруди для обробки осаду: піскові майданчики та бункери, метантенки, мулові майданчики, установки для механічного зневоднення та термічного сушіння осаду, мулозгущувачі та ін.

У випадку використання в проекті аеротенків з пневматичною аерацією розраховують повітропроводи, що подають повітря в аеротенки, виконується підбір повітродувок.

При розрахунку біофільтрів підбираються вентилятори для аерації фільтруючого завантаження та насоси для рециркуляції очищеної води.

При розрахунках окремих споруд потрібно викреслювати їх розрахункові схеми. Такі схеми з показом основних розмірів споруд, що розраховуються повинні бути наведені у пояснювальній записці до проекту.

5.2 Решітки

На каналізаційних очисних спорудах встановлюються решітки з прозо-

рами шириною не більше 16 мм ([2], п. 10.2.1.1). Механізоване очищення решіток та транспортування покидьок до дробарок має передбачатися при їх кількості 0,1 м³ та більше ([2] п. 10.2.1.3). Кількість відходів, що затримуються на решітках з прозорами 16 мм, складає 8 л на одного жителя у рік ([2], табл. 18). При визначені кількості затримуваних відходів розрахунків необхідно вести за зведеним числом жителів за завислими речовинами.

Швидкість руху води в прозорах механізованих решіток має складати 0,8...1,0 м/с, а для решіток ступінчастого ескалаторного типу - 1,0...1,4 м/с ([2], п. 10.2.1.4). Кількість резервних решіток приймається у залежності від числа робочих ([2], п. 10.2.1.3) і становить: при кількості робочих до 3 включно - 1 резервна, більше трьох - 2 резервні. Затримані відходи рекомендується збирати в контейнери і вивозити в місця обробки твердих побутових і промислових відходів.

Розрахунок механізованих решіток рекомендується виконувати в наступній послідовності.

Визначають необхідну площу живого перерізу решіток за формулою:

$$F = k \cdot Q_{\text{макс.сек}}^{\text{сум.}} / V_p \text{ м}^2, \quad (5.1)$$

де $Q_{\text{макс.сек}}^{\text{сум.}}$ - максимальна секундна витрата суміші побутових і виробничих стічних вод, м³/с; k – коефіцієнт, що враховує стиснення потоку граблинами і затриманими відходами, приймається рівним 1,05; V_p - розрахункова швидкість руху води в прозорах, м/с.

Призначають число робочих решіток, визначають площу прозорів однієї решітки (f_i) і приймають стандартну решітку ([3], табл. 14, додаток 6). Наповнення каналу перед решіткою приймається максимальним - на 0,5 м менше від його висоти ([2], п. 10.2.1.8). За величиною максимального наповнення каналу та його ширині необхідно визначити похил та максимальну швидкість руху води у ньому. Величина розрахункового наповнення води в каналі може прийматися меншою від максимального, у такому випадку зменшується розрахункова площа живого перерізу решітки. Швидкість потоку в розширеній частині каналу перед решіткою має бути не менше ніж 0,4 м/с при мінімальному припливі, після решіток – не менше ніж 0,7 м/с. В залежності від кількості робочих решіток приймається необхідна кількість резервних.

Втрати напору в решітках визначаються з врахування форми і розмірів стержнів прийнятого типу решітки за формулою:

$$h = \xi \cdot P \cdot \frac{V^2}{2g}, \quad (5.2)$$

де P - коефіцієнт, що враховує збільшення втрат напору при затриманні по-

кидьок, приймається рівним 3; V - швидкість руху води в прозорах решіток; ξ - коефіцієнт місцевого опору, який визначається за формулою:

$$\xi = \beta \cdot \left(\frac{S}{b} \right)^{\frac{4}{3}} \cdot \sin \alpha, \quad (5.3)$$

де β - коефіцієнт, який залежить від форми стержнів і приймається для круглих стержнів - 1,79, прямокутних - 2,42, прямокутних з закругленими кутами з однієї сторони - 1,83, теж з двох сторін - 1,79; S - товщина стержнів, мм; b - ширина прозорів, мм; α - кут установки решіток.

Схема установки механізованих решіток наведена на рис. 5.1. Довжина каналу, в якому встановлюється решітка - l_p , приймається конструктивно, але не менше ніж радіус повороту решітки. Відстань l_1 визначається за виразом:

$$l_1 = (B_p - B_k) / \operatorname{tg} \varphi = 1,37(B_p - B_k), \text{ м}, \quad (5.4)$$

де B_p - ширина каналу в місці установки решітки, м; B_k - ширина підвідного каналу, м; φ - максимальний кут розширення каналу, який приймається не більше 20° . Відстань l_2 приймається рівною $0,5 l_1$.

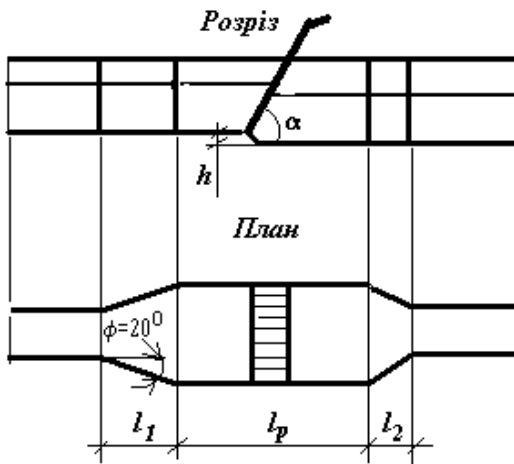


Рис. 5.1 Схема установки решітки в каналі

Об'єм відходів, що затримуються на механізованих решітках, визначається за виразом:

$$V_{\text{доб}} = \frac{N_{\text{звод.}}^{\text{зав.}} \cdot w}{1000 \cdot 365}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (5.5)$$

де w - об'єм відходів у розрахунку на одного жителя за рік для даної шири-

ни прозорів решітки, л/(люд.·рік) ([2], табл. 18).

Розміри будівлі для механізованих решіток визначають з урахуванням розмірів та кількості обладнання та механізмів, що в ній встановлюються у відповідності до діючих норм.

5.3 Піскоуловлювачі

5.3.1 Горизонтальні піскоуловлювачі

Для зменшення займаної площі і спрощення видалення піску рекомендується застосовувати горизонтальні піскоуловлювачі з круговим рухом рідини ([2], табл. 5.6, додаток 12), які підбираються за максимальною добовою витратою очищуваних стічних вод.

5.3.2 Аеровані піскоуловлювачі

Площу поперечного перерізу одного відділення аерованого піскоуловлювача визначають за формулою

$$F = \frac{Q_{\text{макс.сек.}}}{v \cdot n}, \text{ м}^2, \quad (5.6)$$

де $Q_{\text{макс.сек.}}$ - максимальна секундна витрата стічних вод, м³/с; v - розрахункова швидкість руху води, яка приймається рівною 0,08...0,12 м/с ([2], табл. 20, додаток 9); n - число відділень (не менше двох).

Розрахункова схема аерованого піскоуловлювача наведена на рис 5.3.

Співвідношення між шириною та гідравлічною глибиною робочої зони допускається приймати $B : H_z = 1,0 \dots 1,5$ ([2], табл. 19), хоча оптимальним є $B : H_z = 1,5$. Виходячи з цього визначають глибину і ширину аерованого піскоуловлювача:

$$H_z = \sqrt{F / 1,5}, \text{ м}; \quad B_z = 1,5 H_z, \text{ м}. \quad (5.7)$$

За отриманим значенням приймають фактичну глибину та ширину піскоуловлювача з врахуванням стандартних розмірів будівельних конструкцій, та обчислюють фактичну площу поперечного перерізу і відповідно фактичну швидкість руху води.

Довжину аерованих піскоуловлювачів визначають за формулою

$$L = 1000 K_n \cdot H \cdot v_{\phi} / u_0, \text{ м}, \quad (5.8)$$

але розрахункову глибину приймають рівною половині гідравлічної глибини $H = 0,5 H_z$. Коефіцієнт використання об'єму K_n , для аерованих піскоуловлювачів приймається в залежності від діаметра частинок піску, що затримуються, та співвідношення $B:H_z$ ([2], табл. 19, додаток 8). Гідравлічну крупність затримованого піску u_0 при цьому приймають у межах 13,2-18,7

мм/с.

Розміри типових аерованих піскоуловлювачів наведені в додатку 10.

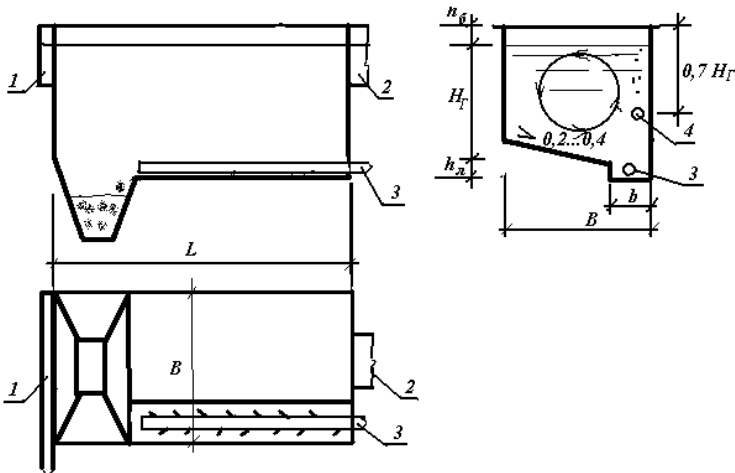


Рис. 5.2. Розрахункова схема аерованого піскоуловлювача
1 - підвідний лоток; 2 - відвідний лоток; 3 - трубопровід гідрозмиву;
4 - аератор

Добова кількість піску, що затримується в піскоуловлювачах визначається за формулою:

$$W_n = \frac{q_n \cdot N_{36}^{3.p.}}{1000}, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (5.9)$$

q_n - кількість піску, що затримується у піскоуловлювачах, л/(люд.добу) ([2], табл. 20, додаток 9); $N_{36}^{3.p.}$ - зведене число жителів за завислими речовинам (див. розділ 2).

Осад з піскоуловлювача видаляється гідроелеватором, який розташовується у бункері. Бункер приймається круглої або прямокутної форми у плані. Довжину бункера допускається приймати такою, як ширина піскоуловлювача. Для змиву піску у пісковий бункер в пісковому лотку аерованого піскоуловлювача влаштовується трубопровід гідрозмиву з сприсками. Ширину пісового лотка рекомендується приймати $b_d = 0,5 \dots 1,0$ м. Довжина пісового лотка визначається за виразом:

$$L_d = L_n - B_n, \text{ м}, \quad (5.10)$$

де L_n - довжина піскоуловлювача, м; B_n - ширина піскоуловлювача, м.

Висота шару піску у пісковому лотку визначається за виразом:

$$h_o = \frac{W_n^1}{L_n \cdot b_l}, \text{ м}, \quad (5.11)$$

де W_n^1 - кількість піску, що відкладається у пісковому лотку, м³/добу.

З урахуванням того, що близько 20% піску осідає в пісковому бункері, при триразовому видаленні піску, кількість піску, що затримається в пісковому бункері, визначається за виразом:

$$W_n^1 = \frac{W_n(1-0,2)}{n \cdot 3}, \text{ м}^3/\text{добу}. \quad (5.12)$$

Глибину пісового лотка приймають конструктивно за умови розміщення змивного трубопроводу і з врахуванням висоти шару піску в лотку але не менше ніж:

$$h_l = K \cdot h_o \cdot (1+0,1), \text{ м}, \quad (5.13)$$

де K - коефіцієнт нерівномірності, який приймається рівним 1,5.

Витрата технічної води для гідрозмиву піску визначається за формулою:

$$q_{23} = v_{\phi} \cdot b_l \cdot L_l, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (5.14)$$

де v_{ϕ} - висхідна швидкість води в пісковому лотку, яка приймається 0,0065 м/с ([2], п. 10.2.2.3).

Діаметр змивного трубопроводу визначається за виразом:

$$d_{mp} = \sqrt{\frac{q_{23}}{0,785 \cdot v_{mp}}}, \text{ м}. \quad (5.15)$$

де v_{mp} - швидкість руху води в змивному трубопроводі, яка приймається 2,5...3,5 м/с.

Діаметр сприсків визначається за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{q_{23}}{n \cdot \mu \sqrt{2gH_o}}}, \text{ м}, \quad (5.16)$$

де μ - коефіцієнт витрати, який приймається 0,82; n - число сприсків.

Число сприсків можна визначити за формулою:

$$n = \frac{2l_{mp}}{z}, \quad (5.17)$$

де l_{mp} - довжина змивного трубопроводу, яка дорівнює довжині піскового лотка L_d , м; z - відстань між сприсками, яка приймається рівною 0,25...0,5 м.

Напір води на початку змивного трубопроводу визначається за формулою:

$$H_o = 5,6h_o + \frac{5,4 \cdot v_{mp}^2}{2g}, \text{ м}, \quad (5.18)$$

Витрата повітря, яке подається в усі відділення піскоуловлювача визначається за формулою:

$$Q_{нов}^{nick} = B_n \cdot L_n \cdot n \cdot q_{нов}^{nick}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.19)$$

де $q_{нов}^{nick}$ - питома витрата повітря, яка приймається 3...5 м³/(м² · год.) ([2], п. 10.2.2.2).

Діаметр аератора визначається за виразом:

$$d_{aep} = \sqrt{\frac{Q_{нов}^{nick}}{0,785 \cdot 3600 \cdot n \cdot v_{aep}}}, \text{ м}. \quad (5.20)$$

де v_{aep} – швидкість руху повітря в аераторі, яка приймається 4...6 м/с.

Отвори для виходу повітря із аератора діаметром 5...6 мм розміщуються по обидві сторони труби і направляються вниз під кутом 120°. Кількість отворів визначається за швидкістю виходу з них повітря, яка приймається у межах 15...20 м/с ([2], п. 10.2.2.2).

Діаметр підвідного повітропроводу визначається за виразом:

$$d_{aep} = \sqrt{\frac{Q_{нов}^{nick}}{0,785 \cdot 3600 \cdot v_{нов}}}, \text{ м}, \quad (5.21)$$

де $v_{нов}$ – швидкість руху повітря, яка приймається 10...20 м/с.

5.3.3 Піскові майданчики

Розрахункова площа піскових майданчиків визначається за формулою:

$$F = \frac{365 \cdot W_n}{q_{н.м.}}, \text{ м}^2, \quad (5.22)$$

де $q_{н.м.}$ - навантаження на піскові майданчики, яке приймається до 3

м³/(м² · рік) ([2], п 10.2.2.4).

Кількість піскових майданчиків рекомендується приймати не менше трьох. Розміри в плані майданчиків приймаються із врахуванням можливості механізації робіт по їх очищенню та наявної площі. Висоту огорожуючи валків приймають 1...2 м. Для з'їзду автотранспорту на піскові майданчики влаштовуються пандуси з похилом 0,12...0,2.

Дренажну воду з піскових майданчиків повертають перед решітками або перед піскоуловлювачами.

5.4 Первинні відстійники

Розрахунок первинних відстійників здійснюють за кінетикою осідання завислих речовин із врахуванням необхідного ефекту освітлення. Потрібний ефект видалення грубодисперсних частинок приймають за умов, що їх концентрація, при подальшому повному біологічному очищенні стічних вод в аеротенках чи біофільтрах, не повинна перевищувати 150 мг/дм³ ([2], п. 10.2.4.6):

$$E = 100(C_{\text{сум.}}^{\text{зав.}} - 150) / C_{\text{сум.}}^{\text{зав.}} \% , \quad (5.23)$$

де $C_{\text{сум.}}^{\text{зав.}}$ - концентрація завислих речовин у суміші побутових і виробничих стічних вод, мг/дм³.

Розрахункова гідравлічна крупність частинок, які мають бути затримані у відстійниках, визначається за виразом:

$$u_0 = \frac{1000 \cdot K \cdot H}{\alpha \cdot t \cdot \left(\frac{K \cdot H}{h} \right)^{n_2}} , \text{мм/с}, \quad (5.24)$$

де: H - робоча глибина проточної частини, м ([2], табл. 21; додатки 17, 18); K - коефіцієнт використання об'єму ([2], табл. 21, додаток 17); α - коефіцієнт, який враховує температуру стічних вод (додаток 13); t - тривалість відстоювання стічних вод в лабораторному циліндрі в шарі висотою $h = 500$ мм, с ([2], табл. В.1, додаток 17); n_2 - показник ступеню, який залежить від агломерації завислих речовин (додаток 16, [2], рис. В.2).

Розрахункові схеми відстійників наведені на рис. 5.4, 5.6.

Продуктивність одного відстійника в залежності від розмірів та типу визначається за формулами:

- горизонтального

$$Q_{\text{відст.}} = 3,6 \cdot K \cdot L \cdot B(u_0 \cdot v_{\text{мб}}), \quad (5.25)$$

- радіального та вертикального

$$Q_{відст.} = 2,8 \cdot K \cdot (D^2 - d^2) \cdot (u_0 - v_{тб}), \quad (5.26)$$

де: K - коефіцієнт використання об'єму відстійників ([2], табл. 21, додаток 17); L та B - довжина та ширина одного відділення горизонтальних відстійників, м; D - діаметр радіального або вертикального відстійника, м; d - діаметр впускного пристрою радіального відстійника чи центральної труби вертикального відстійника, м; u_0 - розрахункова гідравлічна крупність, мм/с; $v_{тб}$ - турбулентна складова швидкості, мм/с ([2], табл. В.3, додаток 15).

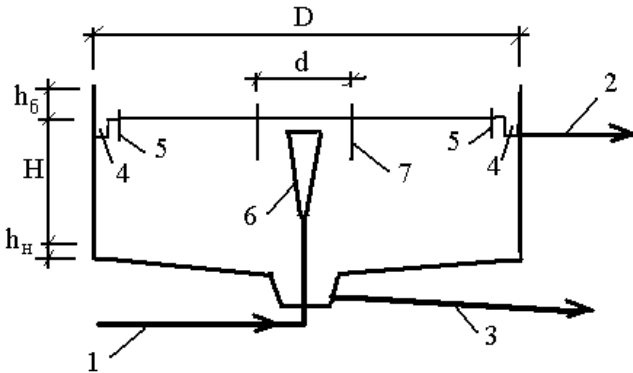


Рис. 5.3. Розрахункова схема радіального відстійника
1- підвідний трубопровід; 2-відведення очищеної води; 3 - випуск осаду; 4 - водозбірний лоток; 5 - перегородка для затримання плаваючих речовин; 6 - впускний трубопровід; 7 - кільцева перегородка

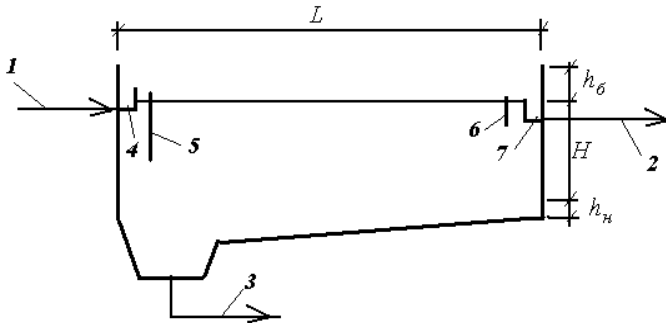


Рис. 5.4. Розрахункова схема горизонтального відстійника
1- підвідний трубопровід; 2 - відведення очищеної води; 3 - випуск осаду; 4 - водорозподільний лоток; 5 - водорозподільна перегородка; 6 - перегородка для затримання плаваючих речовин; 7 - водозбірний лоток

При визначенні розмірів відстійників доцільно орієнтуватися на розміри типових споруд (додатки 18,19,20). При визначенні турбулентної складової горизонтальну швидкість руху води в попередніх розрахунках призначають у межах 5...10 мм/с.

Кількість відстійників (секцій) розраховують за максимальною годинною витратою $Q_{\text{макс.сек.}}^{\text{сум.}}$ за формулою:

$$N_{\text{відс}} = \frac{Q_{\text{макс.сек.}}^{\text{сум.}}}{Q_{\text{відс.т}}}. \quad (5.27)$$

Кількість відстійників має бути не менше двох, усі відстійники - робочі. При двох відстійниках розрахунковий об'єм збільшується в 1,2...1,3 рази. Якщо загальна продуктивність прийнятих відстійників суттєво перевищує розрахункову витрату, то необхідно визначити фактичну гідравлічну крупність частинок (u_o^ϕ), що затримуються та фактичний ефект очистки (E^ϕ).

Після визначення кількості відстійників необхідно визначити фактичну горизонтальну швидкість руху води та значення турбулентної складової. Якщо отримане значення турбулентної складової відрізняється від прийнятого в попередньому розрахунку, то необхідно здійснити перерахунок продуктивності з врахуванням отриманого значення.

Горизонтальна швидкість руху води в радіальних відстійниках визначається на середині радіуса:

$$V_{\text{гор.}} = Q_{\text{макс.сек.}}^{\text{сум.}} / (1,8 \cdot N_{\text{відс.т}} \cdot \pi \cdot D \cdot H), \text{ мм/с.} \quad (5.28)$$

При конструюванні горизонтальних та радіальних відстійників необхідно приймати: - висоту нейтрального шару на 0,3 м вище дна на виході з відстійника; - кут нахилу стінок мулового прямокутника 50 - 55°; - глибину занурення під рівень води перегородок, що затримують плаваючі речовини не менше 0,3 м; - навантаження на 1 м водозливної кромки водозбірних лотків не більше 10 л/с.

Витрата осаду, що затримується в первинних відстійниках визначається за формулою:

$$Q_{\text{ос.}} = \frac{Q_{\text{сер.год.}}^{\text{сум.}} (C_{\text{зав.}}^{\text{сум.}} - C_{\text{вих.}}^{\text{сум.}})}{(100 - W_{\text{ос.}}) \cdot \rho \cdot 10^4}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.29)$$

де $Q_{\text{сер.сек.}}^{\text{сум.}}$ - середня годинна витрата суміші побутових і виробничих стічних вод, м³/год; $C_{\text{зав.}}^{\text{сум.}}$ та $C_{\text{вих.}}^{\text{сум.}}$ - концентрація завислих речовин на вході

і виході з відстійника, мг/дм^3 ; W_{oc} - вологість осаду, яка приймається при самопливному видалені - 95...96 %, при видалені плунжерними насосами - 94-95 %; ρ - густина осаду - 1 т/м^3 .

5.5. Високонавантажувані біофільтри

Розрахунок високонавантажуваних біофільтрів слід виконувати за рекомендаціями ДБН ([2], п. 10.3.1, додаток 17) та спеціальної літератури [1, 3, 7, 11].

5.6. Аеротенки-витиснювачі з регенератором

Розрахунок аеротенків здійснюють по питомій швидкості окислення відповідно до вимог будівельних норм [2] у наступній послідовності.

Попередньо приймається доза активного мулу в зоні аерації a_a у межах $2...3,5 \text{ г/дм}^3$ та значення мулового індексу (I_m) $80...100 \text{ см}^3/\text{г}$. Для прийнятих значень визначають ступінь рециркуляції активного мулу:

$$R_m = \frac{a_a}{\frac{1000}{I_m} - a_a} . \quad (5.30)$$

Доза активного мулу в регенераторі визначається за формулою:

$$a_p = a_a \left(\frac{1}{2R_m} + 1 \right), \text{ г/дм}^3. \quad (5.31)$$

Концентрація органічних забруднень за БПК_{повн.} в суміші стічних вод та циркуляційного активного мулу ($L_{\text{сум}}$) буде складати:

$$L_{\text{сум}} = (L_{\text{вх}} + L_{\text{вих}} \cdot R_m) / (1 + R_m), \quad (5.32)$$

де $L_{\text{вх}}$ - БПК_{повн.} суміші побутових та виробничих стічних вод, які надходять на очистку, мг/дм^3 ; $L_{\text{вих}}$ - БПК_{повн.} очищених стічних вод, мг/дм^3 .

Тривалість обробки стічних вод в зоні аерації аеротенка визначається за формулою:

$$t_a = \frac{2,5}{\sqrt{a_a}} \cdot \lg \frac{L_{\text{сум.}}}{L_{\text{вих.}}}, \text{ год} . \quad (5.33)$$

Питома швидкість окислення забруднень активним мулом, мг/(г·год) , визначається за формулою:

$$\rho = \rho_{\text{макс}} \cdot \frac{L_{\text{вих}} \cdot C_0}{L_{\text{вих}} \cdot C_0 + K_l \cdot C_o + K_o \cdot L_{\text{вих}}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_p}, \quad (5.34)$$

де $\rho_{\text{макс}}$ - максимальна швидкість окислення, мг/(г·год) ([2], табл. В.4, додаток 26); C_o - концентрація розчиненого кисню в муловій суміші, мг/дм³, яка приймається не менше 2,0 мг/дм³; K_l - константа, яка характеризує властивості органічних забруднень, мг БПК_{повн.}/дм³ ([2], табл. В.4; додаток 26); K_o - константа, яка характеризує вплив кисню, мг О₂/дм³ ([2], табл. В.4; додаток 26); φ - коефіцієнт інгібування продуктами розкладу активного мулу, л/г ([2], табл. В.4, додаток 26).

Тривалість окислення органічних забруднень визначають за формулою:

$$t_o = \frac{L_{\text{вх}} - L_{\text{вих}}}{R_m \cdot a_p \cdot (1 - s) \cdot \rho} \cdot \frac{15}{T_{\text{сер.р.}}}, \text{ год}, \quad (5.35)$$

де: s - зольність активного мулу; $T_{\text{сер.р.}}$ - середньорічна температура стічних вод, °С.

Тривалість регенерації активного мулу буде складати:

$$t_p = t_o - t_a, \text{ год}. \quad (5.36)$$

Середня тривалість перебування стічних вод в системі аеротенк-регенератор буде дорівнювати:

$$t_{\text{сер.}} = (1 + R_m) \cdot t_a + t_p \cdot R_m, \text{ год}. \quad (5.37)$$

Середня доза активного мулу в системі аеротенк-регенератор визначається за формулою:

$$a_{\text{сер.}} = [(1 + R_m) \cdot t_a \cdot a_a + t_p \cdot R_m \cdot a_p] / t_{\text{сер.}}, \text{ г/дм}^3. \quad (5.38)$$

Навантаження на активний мул при прийнятих вихідних даних буде складати:

$$q = \frac{24 \cdot (L_{\text{вх}} - L_{\text{вих}})}{a_{\text{сер.}} \cdot (1 - s) \cdot t_{\text{сер.}}}, \text{ мг/(г·добу)}. \quad (5.39)$$

За отриманим значенням навантаження визначають фактичне значення мулового індексу ([2], табл. В.5, додаток 27) і ступінь рециркуляції активного мулу за формулою (5.52). Отримане значення ступеня рециркуляції активного мулу має бути близьким до прийнятого, але не повинно перевищувати його. Якщо ця умова не виконується, то здійснюється перерахунок аеротенка при інших значеннях мулового індексу та або концентрації активного мулу.

Робочий об'єм аеротенків розраховується за середньою витратою стічних вод за період аерації в години максимального припливу:

$$Q_{\text{сеп.зод.}}^{\text{аер.}} = \frac{Q_1 + Q_2 + \dots Q_t}{t_{\text{сеп}}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.40)$$

Об'єм зони аерації та регенератора визначається за формулами:

$$W_a = (1 + R_m) \cdot t_a \cdot Q_{\text{сеп.зод.}}^{\text{аер.}}, \text{ м}^3, \quad (5.41)$$

$$W_p = t_p \cdot R_m \cdot Q_{\text{сеп.зод.}}^{\text{аер.}}, \text{ м}^3. \quad (5.42)$$

В залежності від частки, яку займає регенератор від загального об'єму зони аерації та регенерації приймають конструкцію аеротенка: одно-, двох-, три- або чотирикоридорний. Число секцій аеротенків необхідно приймати не менше двох. При продуктивності очисних споруд до 50 000 м³/добу число секцій рекомендується приймати 4...6, при більшій - 6...8 шт. Розміри типових аеротенків-витиснювачів наведені в додатку 31 та у літературі ([7], табл. 3.6).

Аеротенки обладнуються пневматичною або механічною системою аерації. Розрахункова схема аеротенка з дрібнобульбашковою пневматичною аерацією наведена на рис 5.7.

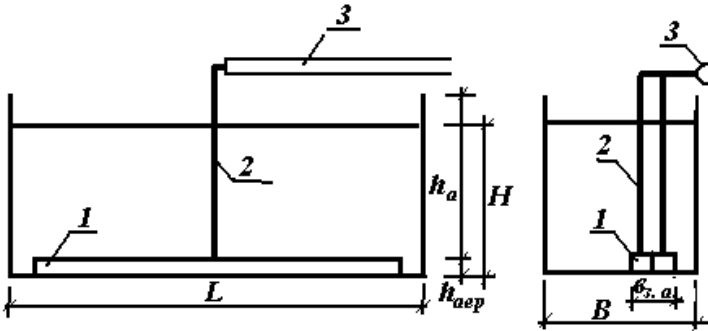


Рис. 5.5. Розрахункова схема аеротенка із дрібнобульбашковою пневматичною аерацією: 1 - фільтросний канал; 2 - повітряний стояк; 3 - розподільний повітропровід

Розрахунок пневматичної системи аерації полягає в визначенні питомої витрати повітря на аерацію, яка визначається за формулою:

$$q_{\text{нов.}}^{\text{аер.}} = \frac{q_o (L_{\text{вх}} - L_{\text{вих}})}{k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_T (C_a - C_o)}, \text{ м}^3/\text{м}^3, \quad (5.43)$$

де q_o - питома витрата кисню, мг О₂ на 1 мг знятої БПК_{повн.}, яка приймається при очищенні стічних вод до БПК_{повн.} 15...20 мг/дм³ - 1,1, при очищенні до БПК_{повн.} більше 20 мг/дм³ - 0,9; k_1 - коефіцієнт, який враховує

тип аератора і приймається для середньобульбашкової та низьконапірної - 0,75, а для дрібнобульбашкової аерації у залежності від співвідношення площ аерованої зони та аеротенка ($f_{a.з}/f_a$) ([2], табл. В.6, додаток 28); k_2 - коефіцієнт, який приймається від глибини занурення аераторів h_a ([2], табл. В.7, додаток 29); k_3 - коефіцієнт якості води, який приймається для міських стічних вод 0,85; k_T - коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод, який визначається в залежності від середньомісячної температури стічних вод за літній період ($T_{сер.літ}$) за виразом: $k_T = 1 + 0,02(T_{сер.літ} - 20)$ °C; C_a - розчинність кисню повітря у воді, мг/дм³, яка визначається у залежності від глибини занурення аераторів h_a за формулою: $C_a = (1 + h_a/20,6)C_T$; C_T - розчинність кисню в воді у залежності від температури та атмосферного тиску, мг/дм³ ([7], табл. 3.5, додаток 30); C_o - середня концентрація кисню в аеротенку, яку приймають не менше 2,0 мг/дм³.

Площа аерованої зони приймається рівній площі, яку займають пневматичні аератори, із врахуванням прозорів між ними до 0,3 м. Якщо аератори розташовані по всій довжині аеротенка, то відношення площ замінюється відношення ширини зони аерації до ширини аеротенка ($B_{a.з}/B_a$). Ширина стандартних фільтросних пластин дорівнює 0,3 м, а зовнішній діаметр фільтросних труб 0,242, 0,26 та 0,288 м. При попередніх розрахунках співвідношення ($f_{a.з}/f_a$) доцільно приймати 0,1...0,15.

Середня інтенсивність аерації мулової суміші в аеротенку визначається за формулою:

$$I_{сер.} = (q_{нов.}^{aер.} \cdot H) / t_{сер.}, \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (5.44)$$

де H - глибина аеротенка, м.

В регенераторах рекомендується приймати кількість аераторів у 2 рази більшою, ніж в аеротенках, тоді інтенсивність аерації буде складати: в аеротенку - $I_a = 0,67 I_{сер.}$, у регенераторі - $I_p = 1,33 I_{сер.}$. Отримані значення інтенсивності мають бути не меншими від мінімальної інтенсивності ($I_{мін.}$) ([2], табл. В.7, додаток 29) і не повинні перевищувати максимальну інтенсивність ($I_{макс.}$) ([2], табл. В.6, додаток 28). У випадку недотримання цих умов змінюють прийняте співвідношення $f_{a.з}/f_a$. Якщо отримана інтенсивність менше від мінімальної, то за розрахункову приймається така питома витрата повітря, при якій буде забезпечуватися мінімальна інтенсивність аерації стічних вод в аеротенку.

Загальна витрата повітря, що подається в аеротенки, визначається за середньою витратою стічних вод за час аерації в години максимального припливу ($Q_{сер.год.}^{aер.}$), м³/год:

$$Q_{нов.}^{aер.} = q_{нов.}^{aер.} \cdot Q_{сер.год.}^{aер.}, \text{ м}^3 / \text{год}. \quad (5.45)$$

При розрахунку механічних аераторів їх кількість визначається за фор-

мулою:

$$N_{\text{мех.}}^{\text{аер.}} = \frac{q_o (L_{\text{вх}} - L_{\text{вих}}) \cdot W_{\text{аер.}}}{1000 \cdot k_3 \cdot k_T \left(\frac{C_a - C_0}{C_a} \right) \cdot t_{\text{сер.}} \cdot Q_{\text{мех.}}}, \text{ шт.}, \quad (5.46)$$

де $W_{\text{аер.}}$ - загальний об'єм аеротенків та регенераторів, м^3 ; $t_{\text{сер.}}$ - середній час перебування стічних вод в системі аеротенк-регенератор, год.; $Q_{\text{мех.}}$ - продуктивність механічних аераторів за киснем, кг/год , яка приймається за паспортними даними.

5.7. Вторинні відстійники

Розрахунок вторинних відстійників здійснюється за гідравлічним навантаженням на одиницю площі поверхні, яке для відстійників після аеротенків визначається за формулою:

$$q = \frac{4,5 \cdot K_{\text{відст.}} \cdot H_{\text{з.в.}}^{0,8}}{(0,1 \cdot I_{\text{м}}^{\phi} \cdot a_a)^{0,5-0,01a_i}}, \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (5.47)$$

де $K_{\text{відст.}}$ - коефіцієнт використання об'єму відстійників, що приймається для радіальних - 0,4, вертикальних - 0,35 і горизонтальних відстійників - 0,45; $H_{\text{з.в.}}$ - глибина зони відстоювання, м; $I_{\text{м}}^{\phi}$ - значення мулового індексу, $\text{см}^3/\text{г}$; a_a - концентрація активного мулу в аеротенку, г/дм^3 ; a_i - концентрація активного мулу у воді після відстоювання, мг/дм^3 .

Навантаження на поверхню вторинних відстійників після біофільтрів визначається за формулою:

$$q = 3,6 K u_0, \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (5.48)$$

де u_0 - гідравлічна крупність біоплівки, яка приймається при повній біологічній очистці 1,4 мм/с ; $K_{\text{відст.}}$ - коефіцієнт використання відстійників, значення якого приймається за додатком 17.

Загальна площа поверхні вторинних відстійників визначається за формулою:

$$F_{\text{відст.}} = \frac{Q_{\text{макс.год}}^{\text{сум}}}{q}, \text{ м}^2 \quad (5.49)$$

Кількість вторинних відстійників приймається не менше трьох, усі відстійники - робочі. При трьох відстійниках розрахунковий об'єм збільшується в 1,2...1,3 рази.

Розміри типових вторинних відстійників наведені у додатках 18-20.

5.8. Споруди для знезаражування стічних вод

При розрахунку споруд для знезаражування стічних вод хлором повинні бути визначені: добова та максимальна годинна витрати активного хлору, марки та необхідна кількість хлораторів та іншого обладнання хлораторної.

Дозу хлору (D_{xl}) слід приймати ([2], п. 10.6.4) після повної біологічної очистки стічних вод - 5 г/м³. Тоді добова витрата хлору буде дорівнювати:

$$Q_{xl} = D_{xl} \cdot Q_{дод.}^{сум} / 1000, \text{ кг/добу}, \quad (5.50)$$

де $Q_{дод.}^{сум}$ - розрахункова витрата суміші побутових та виробничих стічних вод, м³/добу.

Витрата хлору при максимальному припливі стічних вод визначається за рівнянням:

$$q_{xl} = D_{xl} \cdot Q_{макс.дод.}^{сум} / 1000, \text{ кг/год}, \quad (5.51)$$

де $Q_{макс.дод.}^{сум}$ - максимальна годинна витрата суміші побутових та виробничих стічних вод, м³/год.

З урахуванням можливості збільшення розрахункової дози хлору в 1,5 рази ([2], п. 10.6.5) продуктивність хлораторів має складати не менше як $1,5 \cdot q_{xl}$. Марку та паспортну продуктивність хлораторів приймаємо за додатком 33. При кількості робочих хлораторів до 3 приймається один резервний, при більшій кількості - два резервних хлоратори.

Кількість балонів (контейнерів) випаровувачів визначається за виразом:

$$N = 1,5 \cdot q_{xл} / (s \cdot f), \text{ шт.}, \quad (5.52)$$

де s - вихід газу, кг/(м²·год.) ([7], табл. 5.1, додаток 32); f - площа поверхні тари, м² ([7], табл. 5.1, додаток 32).

Витрата водопровідної води для приготування хлорної води буде складати:

$$Q = q_{xl} \cdot q_в, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.53)$$

де $q_в$ - питома витрата води, яка приймається 0,4 м³/кг хлору.

Для змішування хлорної води із стічною у складі очисних споруд передбачаються змішувачі, які приймаються за максимальною годинною витратою стічних вод (додаток 45).

Контактні резервуари приймаються по типу первинних відстійників без скребків (додатки 18, 19) або проектується спеціально як контактні резервуари з ребристим дном конструкції центрального науково-дослідного інституту експериментального проектування (додаток 34). Робочий об'єм контактних резервуарів визначається за формулою:

$$W_{к.р.} = Q_{макс.дод.}^{сум} \cdot T_{к} / 60, \text{ м}^3, \quad (5.54)$$

де $T_{к}$ - тривалість контакту стічної води з хлором, хв. ([2], п. 10.6.4).

Кількість відділень контактних резервуарів приймається не менше

двох.

В контактних резервуарах з ребристим дном передбачається перемішування води повітрям із інтенсивністю $0,5 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$. Витрата повітря буде дорівнювати:

$$Q_{\text{пов.}}^{к.р.} = 0,5 \cdot B_{к.р.} \cdot L_{к.р.} \cdot N_{к.р.}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (5.55)$$

де $B_{к.р.}$ та $L_{к.р.}$ - довжина та ширина відділення контактних резервуарів, м; $N_{к.р.}$ - кількість відділень.

Витрата осаду, який затримується в контактних резервуарах, визначається за формулою:

$$W = 0,5 \cdot Q_{\text{ос.}}^{\text{сум}} / 1000, \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (5.56)$$

де 0,5 - кількість осаду, л на 1 м^3 стічних вод ([2], п. 10.6.4).

5.9. Споруди для насичення очищених стічних вод киснем

Питома витрата повітря у барботажних спорудах визначається за формулою:

$$q_e = \frac{N_B}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_T} \left[\left(\frac{C_a - C_s}{C_a - C_{ex}} \right)^{\frac{1}{N}} - 1 \right], \text{ м}^3 / \text{м}^3, \quad (5.57)$$

де N_B - число ступенів (приймається 3-4); C_a - розчинність кисню повітря у воді ([7], табл. 3.5), $\text{мг}/\text{дм}^3$; K_1 - коефіцієнт, що враховує тип аератора (приймається дрібно- чи середньобульбашкова аерація); K_2 - коефіцієнт, що залежить від глибини занурення аератора h_a ; K_3 - коефіцієнт якості води; K_T - коефіцієнт, що враховує температуру стічних вод; C_S - концентрація кисню у стічній воді перед спорудами для насичення (при відсутності даних приймається $C_S = 0$), C_{ex} - концентрація кисню в очищеній воді (приймається для літніх умов в залежності від типу водовикористання), $\text{мг}/\text{дм}^3$.

Барботажні споруди мають невелику глибину (близько 1 м), при влаштуванні середньобульбашкових аераторів вони встановлюються на відстані 0,1 м від дна. Значення коефіцієнтів K_1 , K_2 , K_3 і K_T приймаються, як і для аеротенків.

Витрата повітря, що подається в споруди для насичення стічних вод киснем буде складати:

$$Q_{нов} = q_e \cdot Q_{зод}^{max}, м^3 / год. \quad (5.58)$$

Площа в плані споруди для насичення стічних вод киснем повинна складати

$$F = \frac{Q_{нов}}{J}, м^2, \quad (5.59)$$

де: J - інтенсивність аерації, яка приймається не більше $100 м^3/(м^2 \cdot год)$.

6. РОЗРАХУНОК СПОРУД ДЛЯ ОБРОБКИ ОСАДІВ

6.1. Мулозгущувачі

Кількість надлишкового активного мулу, який утворюється на очисних станціях з аеротенками, визначається за формулою:

$$P = 0,8 C_{зав.аер.} + K \cdot L_{ex}, мг/дм^3, \quad (6.1)$$

де $C_{зав.аер.}$ - концентрація завислих речовин в стічних водах, які надходять в аеротенки, $мг/дм^3$; K - коефіцієнт приросту, який для міських стічних вод приймається рівним 0,3; L_{ex} - БПК_{повн.} стічних вод, які надходять в аеротенки, $мг/дм^3$.

Максимальна годинна витрата надлишкового активного мулу визначається за формулою:

$$q_{н.а.м.} = 1,3 \cdot P \cdot Q_{доб.}^{сум} / (24 \cdot C_{н.а.м.}), м^3/год., \quad (6.2)$$

де $Q_{доб.}^{сум}$ - добова витрата суміші побутових та виробничих стічних вод, $м^3/добу$; $C_{н.а.м.}$ - концентрація надлишкового активного мулу, $мг/дм^3$, яка приймається такою, як концентрація активного мулу у регенераторі; 1,3 - коефіцієнт сезонної нерівномірності приросту активного мулу.

При розрахунку радіальних мулозгущувачів визначається корисна площа поверхні за формулою:

$$F_{м.у.} = q_{н.а.м.} / q_o, \quad (6.3)$$

де q_o - розрахункове навантаження на одиницю площі поверхні, $м^3/(м^2 \cdot год)$, яке приймається 0,3 при концентрації активного мулу 5...8 $г/дм^3$ та 0,5 - при концентрації мулу 2...3 $г/дм^3$.

Висота зони ущільнення мулу визначається за формулою:

$$H_p = q_o \cdot t, м, \quad (6.4)$$

де t - тривалість ущільнення активного мулу, год (додаток 35).

Кількість мулозгущувачів приймається не менше двох. Діаметр мулозгущувачів визначається з виразу:

$$D = \sqrt{4F_{м.у.} / (\pi \cdot N)}, м, \quad (6.5)$$

де N - кількість мулозгущувачів.

Загальна висота радіального мулозгущувача буде складати:

$$H = H_p + h_m + h_\delta, \text{ м}, \quad (6.6)$$

де h_m - висота шару мулу, м, яка приймається: при видаленні мулу мулосмоками - 0,7 м, а при застосуванні мулових скребків - 0,3 м; h_δ - висота розташування борту споруди над рівнем води, яка приймається не менше 0,3 м.

Конструкція радіального мулозгущувача приймається по типу вторинних радіальних відстійників (додаток 19). Розрахункова схема вертикального мулозгущувача наведена на рис. 6.1.

При розрахунку вертикальних мулозгущувачів висота робочої зони визначається за формулою:

$$H_p = 3,6 \cdot v \cdot t, \text{ м}, \quad (6.7)$$

де v - швидкість руху мулової рідини в зоні ущільнення, мм/с (додаток 35);
 t - тривалість ущільнення активного мулу, год (додаток 35).

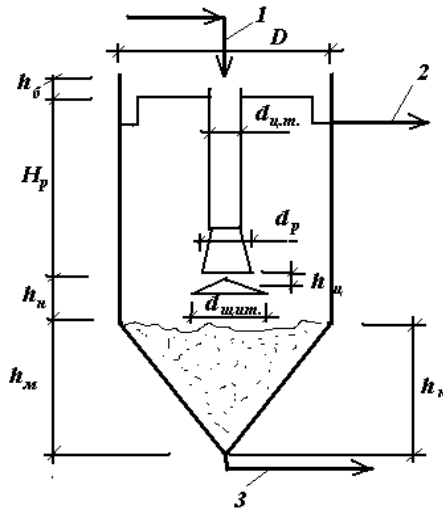


Рис. 6.1. Розрахункова схема вертикального мулозгущувача:

- 1 - подача надлишкового активного мулу; 2 - відведення мулової води;
 3 - випуск ущільненого активного мулу

Витрата мулової рідини, яка утворюється під час ущільнення мулу, визначається за формулою:

$$q_{м.р.} = q_{н.а.м.} \cdot (W_1 - W_2) / (100 - W_2), \text{ м}^3/\text{год}. \quad (6.8)$$

де W_1 - вологість неущільненого мулу, %; W_2 - вологість ущільненого мулу, % (додаток 35).

Площа поверхні зони ущільнення визначається за формулою:

$$F = q_{м.р}/(3,6 \cdot v), \text{ м}^2, \quad (6.9)$$

де v - швидкість руху мулової рідини в зоні ущільнення, мм/с (додаток 35).

Площа поперечного перерізу центральної труби буде складати:

$$F_{ц.т.} = q_{н.а.м.}/(3600 \cdot v_{тр.}), \text{ м}^2, \quad (6.10)$$

де $v_{тр.}$ - швидкість руху мулу в центральній трубі, яка приймається 0,1 м/с.

Кількість мулозгущувачів приймається не менше двох. Діаметр мулозгущувачів визначається з виразу:

$$D = \sqrt{4(F + F_{ц.т.})/(\pi \cdot N)}, \text{ м}. \quad (6.11)$$

Максимальний діаметр вертикальних мулозгущувачів приймається 9 м. Проектуються мулозгущувачі на базі вторинних вертикальних відстійників (додаток 20).

Якщо за розрахунком необхідно застосування більше чотирьох вертикальних мулозгущувачів, то доцільним буде використання ущільнювачів радіального типу.

Об'єм мулової частини вертикального мулозгущувача має складати не менше, як:

$$V = q_{н.а.м.} \cdot \frac{100 - W_1}{100 - W_2} \cdot \frac{t_m}{N}, \text{ м}^3, \quad (6.12)$$

де W_1 - вологість неущільненого мулу, %; W_2 - вологість ущільненого мулу, % (додаток 35); - t_m тривалість накопичення мулу у муловій частині, год; N - кількість мулозгущувачів.

При проектуванні вертикальних мулозгущувачів необхідно приймати: - довжину центральної труби рівній висоті робочої зони; - діаметр розтруба - 1,30 діаметра центральної труби; - діаметр відбивного щита - 1,3 діаметра розтруба, кут конусності - 146° ; - висоту нейтрального шару між низом відбивного щита та рівнем мулу - 0,3 м; - кут нахилу конічного дна - $50-60^\circ$.

Висота щілини між центральною трубою та відбивним щитом визначається за формулою:

$$H_{щ} = q_{н.а.м.}/(N \cdot \pi \cdot d_p \cdot v_{щ}), \text{ м}, \quad (6.13)$$

де d_p - діаметр розтруба, м; $v_{щ}$ - швидкість руху рідини між розтрубом та відбивним щитом, яка не повинна перевищувати 0,015 м/с.

Висота розташування борту мулозгущувача над рівнем води приймається не менше 0,3 м.

6.2. Метантенки та газгольдери

Метою розрахунку метантенків та газгольдерів є визначення їх робочого об'єму, кількості та конструктивних розмірів.

Витрату сухої речовини осаду та надлишкового активного мулу визначають за формулами:

$$O_{\text{сух}} = C_{\text{зав}}^{\text{сум.}} \cdot E \cdot k \cdot Q_{\text{доб.}}^{\text{сум.}} / 10^6, \text{ т/добу}; \quad (6.14)$$

$$I_{\text{сух}} = (P - a_i) \cdot Q_{\text{доб.}}^{\text{сум.}} / 10^6, \text{ т/добу}, \quad (6.15)$$

де $C_{\text{зав}}^{\text{сум.}}$ - концентрація завислих речовин в суміші побутових і виробничих стічних вод міста, мг/дм³; E - ефект затримання завислих речовин у первинних відстійниках, %; k - коефіцієнт, що враховує крупні частинки, які не уловлюються при відборі проб (рекомендується приймати рівним 1,1...1,2); $Q_{\text{доб.}}^{\text{сум.}}$ - розрахункова витрата стічних вод, м³/добу; P - приріст активного мулу, мг/дм³; a_i - винос активного мулу із вторинних відстійників, мг/дм³.

На очисних станціях з біофільтрами витрату сухої речовини надлишкової біоплівки визначають за формулою:

$$I_{\text{сух}}^{\text{б.п.}} = \frac{P_{\text{б.п.}} \cdot N_{\text{зв.}}^{\text{БПК}}}{10^6}, \text{ т/добу}, \quad (6.16)$$

де $P_{\text{б.п.}}$ - приріст надлишкової біоплівки, який згідно [2] (п. 10.3.1.9) становить 28 г/(люд.добу); $N_{\text{зв.}}^{\text{БПК}}$ - зведене число жителів за БПК (див. розд. 2).

Витрату беззольної речовини осаду та надлишкового активного мулу визначають за формулами:

$$O_{\text{без.}} = O_{\text{сух}} \cdot (100 - B_{\text{з.ос.}}) / (100 - Z_{\text{ос.}}) / 10^4, \text{ т/добу}; \quad (6.17)$$

$$I_{\text{без.}} = I_{\text{сух}} \cdot (100 - B_{\text{з.м.}}) / (100 - Z_{\text{м.}}) / 10^4, \text{ т/добу}, \quad (6.18)$$

де $B_{\text{з.ос.}}$ та $B_{\text{з.м.}}$ - гігроскопічна вологість осаду та активного мулу, яка приймається 5...6 %; $Z_{\text{ос.}}$ та $Z_{\text{м.}}$ - зольність осаду та активного мулу, яка для побутових стічних вод приймається рівною 30%.

Витрата осаду та активного мулу фактичної вологості за умови, що їх густина дорівнює 1 т/м³, визначається за формулами:

$$V_{\text{ос.}} = 100 O_{\text{сух}} / (100 - W_{\text{ос.}}), \text{ м}^3/\text{добу}; \quad (6.19)$$

$$V_{\text{м.}} = 100 I_{\text{сух}} / (100 - W_{\text{м.}}), \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (6.20)$$

де $W_{\text{ос.}}$ - вологість осаду, яка приймається: при самопливному видаленні – 95-96 %, при видаленні плунжерними насосами - 94-95 %; $W_{\text{м.}}$ - вологість ущільненого мулу, % (додаток 35).

Загальна витрата осаду і активного мулу буде складати:

$$M_{\text{сух}} = O_{\text{сух}} + I_{\text{сух}}, \text{ т/добу}; \quad (6.21)$$

$$M_{\text{без.}} = O_{\text{без.}} + I_{\text{без.}}, \text{ т/добу}; \quad (6.22)$$

$$V_{\text{заг.}} = V_{\text{ос.}} + V_{\text{м.}}, \text{ м}^3/\text{добу}. \quad (6.23)$$

Середня вологість та зольність суміші осаду та активного мулу буде порівнювати:

$$W_{\text{сум.}} = 100(1 - M_{\text{сух}}/V_{\text{заг}}), \% ; \quad (6.24)$$

$$Z_{\text{сум.}} = \left[1 - \frac{O_{\text{без.}} + I_{\text{без.}}}{O_{\text{сух.}} \left(\frac{100 - B_{\text{з.ос.}}}{100} \right) + I_{\text{сух.}} \left(\frac{100 - B_{\text{з.м.}}}{100} \right)} \right] \cdot 100, \% . \quad (6.25)$$

Робочий об'єм метантенка визначається за органічним навантаженням за формулою:

$$V_{\text{мет.}} = 1000 M_{\text{без.}}/S_{\text{без.}}, \text{ м}^3, \quad (6.26)$$

де $S_{\text{без.}}$ - добове органічне навантаження на метантенк, кг/(м³·добу), яке приймається в залежності від режиму зброджування та середньої вологості завантажуваного осаду (додаток 37).

Фактична об'ємна доза завантаження метантенка визначається за співвідношенням $D^{\phi} = 100 V_{\text{заг.}}/V_{\text{мет.}}, \text{ м}^3$.

Для попередніх розрахунків об'єму метантенка об'ємну дозу завантаження можна приймати: для термофільного процесу – 15 %, для мезофільного процесу – 7 % ([2], п. 10.7.7).

Розрахункова схема метантенка наведена на рис 6.2.

За наявності в стічних водах поверхнево-активних речовин прийняту дозу завантаження необхідно перевірити за формулою:

$$D^{\text{ПАР}} = \frac{10 D_{\text{зр}}^{\text{ПАР}}}{C_{\text{ПАР}} (100 - W_{\text{сум}})}, \% , \quad (6.27)$$

де $D_{\text{зр}}^{\text{ПАР}}$ - гранично допустиме завантаження робочого об'єму метантенків ПАР, яке для побутових стічних вод приймається рівним 65 г/(м³·добу); $C_{\text{ПАР}}$ - концентрація поверхнево-активних речовин в осаді, мг/г.

Концентрація поверхнево-активних речовин в суміші осаду та активного мулу визначається за виразом:

$$C_{\text{ПАР}} = (a_o \cdot O_{\text{сух}} + a_m \cdot I_{\text{сух}})/M_{\text{сух}}, \text{ мг/г}, \quad (6.28)$$

де a_o та a_m - концентрація ПАР в осаді та в активному мулі, мг/г, яка приймається у залежності від концентрації ПАР в стічній воді (додаток 36).

Якщо при перевірочному розрахунку виявиться, що $D^{\phi} > D^{\text{ПАР}}$, то об'єм метантенків визначають за величиною $D^{\text{ПАР}}$.

Кількість метантенків приймається не менше двох, обидва робочі. Розміри типових метантенків наведені в додатку 38.

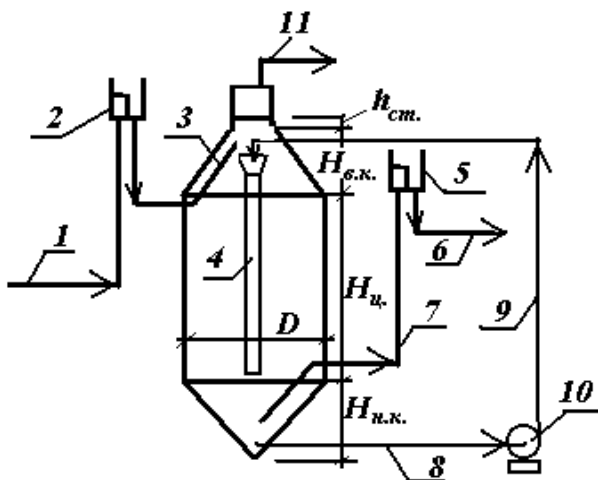


Рис. 6.2. Розрахункова схема метантенка:

1 - трубопровід подачі осаду на зброджування; 2 - завантажувальна камера; 3 - впускний трубопровід; 4 - труба з гідроелеватором; 5 - розвантажувальна камера; 6 - трубопровід випуску збродженого осаду; 7 - впускний трубопровід; 8 - всмоктуючий трубопровід системи перемішування; 9 - напірний трубопровід системи перемішування; 10 - насос для перемішування осаду; 11 - випуск газу

Максимально можливий розпад беззольної речовини суміші осаду та активного мулу визначається за формулою:

$$R_{zp} = (R_o \cdot O_{\text{без}} + R_m \cdot H_{\text{без}}) / M_{\text{без}}, \% \quad (6.29)$$

де R_o та R_m - максимально можливий розпад беззольної речовини осаду та активного мулу, який складає відповідно 53 та 44 %.

Фактичний розпад беззольної речовини буде складати:

$$R = R_{zp} - D^{\phi} \cdot K_p, \quad (6.30)$$

де K_p - коефіцієнт, який залежить від вологості та режиму зброджування (додаток 37); D^{ϕ} - фактична доза завантаження метантенка, %.

Кількість беззольної та сухої речовини в збродженій суміші буде складати:

$$M_{\text{без}}^I = M_{\text{без}}(100-R)/100, \text{ т/добу}; \quad (6.31)$$

$$M_{\text{сух}}^I = (M_{\text{сух}} - M_{\text{без}}) + M_{\text{без}}^I, \text{ т/добу}. \quad (6.32)$$

Зольність та вологість збродженої суміші визначаються за формулами:

$$Z_{\text{сум}}^1 = 100 \left(1 - \frac{100 M_{\text{без}}^1}{M_{\text{сум}}^1 (100 - B_{\text{г}})} \right), \% \quad (6.33)$$

$$W'_{\text{сум}} = 100 (1 - M'_{\text{сум}} V_{\text{заг}}), \% \quad (6.34)$$

де $B_{\text{г}}$ - гігроскопічна вологість збродженої суміші, яка приймається 5...6 %.

При метановому збродженні осаду утворюється біогаз із розрахунку 1 г газу на 1 г розкладеної беззолної речовини ([2], п. 10.7.8). Об'ємна вага газу ($\rho_{\text{г}}$) складає 1 кг/м³. Тоді витрата біогазу, що утворився, буде складати:

$$\Gamma = 10 M_{\text{без}} \cdot R / \rho_{\text{г}}, \text{ м}^3/\text{добу}. \quad (6.35)$$

Для регулювання тиску і зберігання газу у складі очисних споруд передбачаються газгольдини „мокрого типу”, об'єм яких розраховується на 2...4 години перебування газу ([2], п. 10.7.8):

$$V_{\text{г}} = \Gamma \cdot t_{\text{г}} / 24, \text{ м}^3. \quad (6.36)$$

Розміри типових газгольдерів наведені в додатку 39. Кількість газгольдерів приймається не менше двох.

6.3. Аеробний стабілізатор

У випадку стабілізації суміші сирого осаду первинних відстійників і ущільненого надлишкового активного мулу маса сухої і беззолної речовини, об'єм, вологість і зольність суміші визначаються так, як і при розрахунку метантенків, за формулами 6.21 – 6.25 (див. розділ 6.2).

На міських очисних станціях аеробний стабілізації найчастіше піддають суміш сирого осаду первинних відстійників і неущільненого надлишкового активного мулу. Маса сухої і беззолної речовини суміші визначаються за формулами 6.21 і 6.22. Добова витрата неущільненого надлишкового активного мулу визначається за формулою:

$$V_{\text{н.а.м.}} = (P - a_t) \cdot Q_{\text{доб.}}^{\text{сум}} / C_{\text{н.а.м.}}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (6.37)$$

де P - приріст активного мулу, мг/дм³; $Q_{\text{доб.}}^{\text{сум}}$ - добова витрата суміші побутових та виробничих стічних вод від міста, м³/добу; $C_{\text{н.а.м.}}$ - концентрація надлишкового активного мулу, г/дм³, яка приймається такою, як концентрація активного мулу у регенераторі; a_t - винос активного мулу із вторинних відстійників, мг/дм³.

Добовий об'єм суміші осаду та неущільненого надлишкового активного мулу буде дорівнювати:

$$V_{\text{заг.}} = V_{\text{ос}} + V_{\text{н.а.м.}}, \text{ м}^3/\text{добу}. \quad (6.38)$$

Вологість суміші визначається за формулою 6.24.

Тривалість аеробної стабілізації осаду при температурі 20 °С становить: для неущільненого активного мулу 3...5 діб; для суміші неущільненого активного мулу та осаду 6...7 діб; для суміші ущільненого активного мулу та осаду 10...12 діб. Тривалість стабілізації зменшується (збільшується) у 2-2,2 рази при збільшенні (зменшенні) температури на кожні 10 °С.

Розрахунковий об'єм аеробного стабілізатора складає:

$$V_{ac} = V_{az} \cdot t_{ac}, \text{м}^3, \quad (6.39)$$

де t_{ac} - тривалість стабілізації осаду при температурі, яка приймається рівною мінімальній середньомісячній температурі стічних вод, доба.

При розпаді в процесі аеробної стабілізації 20 % беззольної речовини осадів ([2], п. 10.7.9), маса сухої речовини аеробно стабілізованого осаду складе:

$$M_{cux}^{ac} = O_{cux} + M_{cux} - M_{bez}(100 - 20)/100, \text{т/доба}. \quad (6.40)$$

При аеробній стабілізації осадів в термофільному режимі розпад беззольної речовини становить 40 % ([2], п. 10.7.9).

Ущільнення аеробно стабілізованого осаду доцільно здійснювати у спеціально виділеній зоні в середині аеробного стабілізатора. Об'єм зони ущільнення осаду при цьому складе:

$$V_{з.у.} = V_{az} \cdot t_y, \text{м}^3, \quad (6.41)$$

де t_y - тривалість ущільнення аеробно стабілізованого осаду, яка приймається не більше 5 годин.

Аеробну стабілізацію влаштовують у спорудах типу коридорних аеротенків. В курсовому проекті доцільно для аеробної стабілізації осаду передбачити будівництво ємностей, однакових за розмірами із запроєктованими аеротенками, заблокувавши їх з останніми. Кількість секцій аеробного стабілізатора (не менше двох) при цьому складе:

$$N_{ac} = (V_{ac} + V_{з.у.})/V_1, \quad (6.42)$$

де V_1 - об'єм однієї секції аеробного стабілізатора, м³.

Фактичний сумарний об'єм аеробного стабілізатора при цьому складе:

$$V_{a.c.}^{\phi} = V_1 N_{a.c.}^{\phi} - V_{з.у.}, \text{м}^3, \quad (6.43)$$

де N_{ac}^{ϕ} - прийнята кількість секцій аеробного стабілізатора.

Витрата повітря, що подається в аеробний стабілізатор, повинна складати:

$$Q_{нов.}^{a.c.} = V_{a.c.}^{\phi} \cdot q_{ac}, \text{м}^3 / \text{год}, \quad (6.44)$$

де $q_{a.c.}$ - питома витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год}$ на 1 м^3 об'єму аеробного стабілізатора. Приймається рівною $1\text{-}2 \text{ м}^3/(\text{год} \cdot \text{м}^3)$ у залежності від вологості суші осаду і надлишкового активного мулу $B_{\text{сум.}}$, відповідно, $99,5\text{-}97,5 \%$.

Інтенсивність аерації при цьому складає:

$$I = Q_{\text{нов.}}^{a.c.} \cdot H / V_{a.c.}^{\phi}, \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (6.45)$$

де H - гідравлічна глибина аеробного стабілізатора, м, яка дорівнює гідравлічній глибині аеротенка.

Інтенсивність аерації в аеробному стабілізаторі не повинна бути меншою $6 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$.

Витрата ущільненого аеробно стабілізованого осаду складає:

$$V_{\text{заг.}}^y = \frac{M_{\text{сух.}}^{a.c.} \cdot 100}{100 - W_{a.c.}^y}, \text{ м}^3 / \text{добу}, \quad (6.46)$$

де $W_{a.c.}^y = 96,5\text{-}98,5 \%$ - вологість ущільненого аеробно стабілізованого осаду.

Мулова вода направляється в аеротенки у кількості:

$$V_{\text{м.в.}} = V_{\text{заг.}} - V_{\text{заг.}}^y, \text{ м}^3 / \text{добу}. \quad (6.47)$$

6.4. Механічне зневоднення осаду

6.4.1. Технології і обладнання для механічного зневоднення осадів стічних вод

Для механічного зневоднення осадів стічних вод у наш час використовуються як старе обладнання і технології (барабанні вакуум фільтри, камерні фільтр-преси, центрифуги, які працюють без флокулянта), так і більш сучасні стрічкові фільтр-преси і дегідратори, які працюють із застосуванням флокулянтів.

6.4.2. Зневоднення осадів на барабанних вакуум-фільтрах

При застосуванні барабанних вакуум-фільтрів передбачається їх попереднє кондиціонування (промивання осадів з наступним ущільненням у мулозгущувачах), подачу плунжерними насосами у змішувач для змішування з реагентами і власне зневоднення на вакуум фільтрах. Я промивна вода при цьому застосовується технічна вода в якості якої застосовується біологічно очищена стічна вода. Як коагулянти найчастіше застосовують хлорне залізо і вапно. Мулова вода із мулозгущувачів промитого осаду і

фільтрат із вакуум-фільтрів перекачуються в «голову очисних споруд». Розрахунок споруд для зневоднення осадів за такою схемою слід здійснювати за рекомендаціями, наведеними в ([1], розділ 14.9.3.5 і 14.9.3.6).

6.4.3. Зневоднювання осадів на дегідраторах

Шнековий дегідратор осаду призначений для зневоднення будь-яких видів осадів, які утворилися в процесі очистки стічних вод - господарсько-побутових, промислових, сільськогосподарських тощо.

Установка призначена для зневоднення осадів з концентрацією завислих речовин від 2000 мг/дм^3 до 35000 мг/дм^3 . Зневоднений осад має вологість 80% і менше у залежності від складу стічних вод. Установка має вбудовану зону згущення, що запобігає необхідності додаткового обладнання для згущення осаду (мулозгущувачі) і дозволяє зневоднювати осад з низькою концентрацією завислих речовин (від 2000 мг/дм^3).

Дегідратор має конструкцію, яка запобігає засмічення фільтруючого барабана, таким чином, відпадає потреба у великих об'ємах промивної води. Установка не має високонавантажуваних і високооборотних вузлів, що забезпечує надійність конструкції. Дегідратор відрізняється низьким рівнем шуму і вібрації.

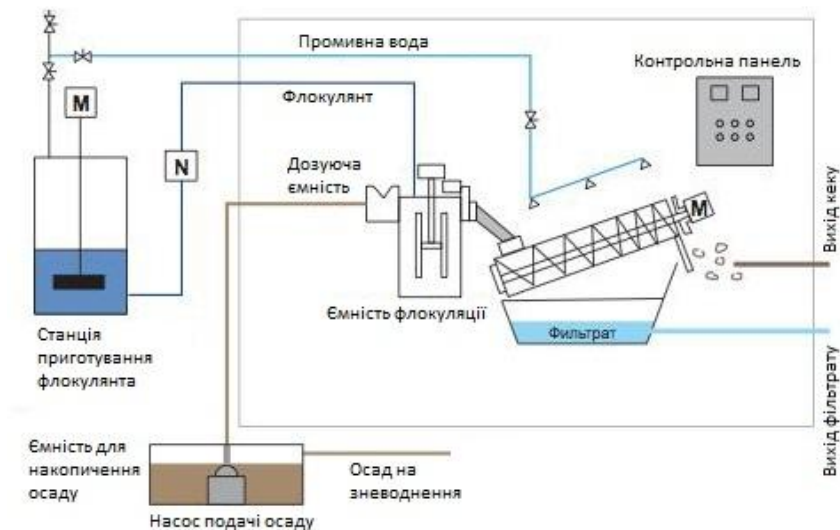


Рис. 6.3. Схема дегідратора

Дегідратор споживає на порядок менше електроенергії, ніж будь-які

інші системи зневоднення. Незначна вага і габарити шнекового дегідрататора дозволяють компактно розмістити установку на очисних спорудах. Установка працює в автоматичному режимі і не вимагає постійної присутності обслуговуючого персоналу.

Після обробки флокулянтном, осад подається в зневоднювальний барабан, який складається з шнека, який обертається з постійною швидкістю між фіксованими і рухомими кільцями. Шнек штовхає край рухомих кілець, що призводить до постійного тертя між кільцями і таким чином запобігає засміченню. В процесі тертя фільтрат витікає із зазорів між кільцями. Ширина зазорів зменшується в напрямку виходу кеку, від 0,5 мм в зоні згущення до 0,3мм в зоні зневоднення і в кінці до 0,15 мм. Крок витків шнека так само зменшується, створюючи тиск в зоні зневоднення, в той час як об'єм осаду зменшується. На кінці шнека встановлена притискна пластина, яка регулює внутрішній тиск в барабані.

Підбір шнекових дегідраторів здійснюється за їх годинною продуктивністю за сухою речовиною і витратою осаду (додаток 40).

6.4.3. Зневоднення осаду на фільтр-пресах

Для механічного зневоднення сирого осаду доцільно застосовувати стрічкові фільтр-преси фірми Екотон, або аналогічне обладнання, яке випускається іншими фірмами. Основні технічні характеристики фільтр-пресів фірми Екотон наведені у додатку 40, а габаритні розміри – на рисунку 5.10.

При зневодненні на фільтр-пресах фірми Екотон суміші сирого осаду первинних відстійників і ущільненого надлишкового активного мулу маса сухої і беззольної речовини, об'єм, вологість і зольність суміші визначаються так, як і при розрахунку метантенків, за формулами 6.21 – 6.25 (див. розділ 6.2). Можливе також зневоднення на фільтр-пресах фірми Екотон суміші сирого осаду первинних відстійників і неущільненого надлишкового активного мулу.

Доза флокулянту при зневодненні осаду на фільтр-пресах фірми Екотон становить 2-3,5 кг/т сухої речовини осаду [19].

Підбір марки фільтр-преса фірми Екотон здійснюється за максимальною годинною продуктивністю за годинною масою сухої речовини зневоднюваного осаду (кг/год) і за витратою зневоднюваного осаду ($\text{м}^3/\text{год}$) (додаток 41).

У випадку, коли вологість зневоднюваної суміші сирого осаду первинних відстійників і надлишкового активного мулу перевищує 97,5 %, слід використовувати комбіновані установки згущення і зневоднення осаду: стрічковий фільтр-прес з надбудованим зверху стрічковим згущувачем

При числі робочих одиниць до трьох приймається один, а при числі робочих одиниць від чотирьох до десяти, - два резервних фільтр-преси.

Кек (зневоднений осад) потрібно піддавати знезаражуванню.

Для знезаражування механічно зневодненого сирого осаду можна використовувати установки дегельмінтизації ([3], п. 38.4), технічна характеристика яких наведена у додатку 43.

При проектуванні споруд для механічного зневоднення анаеробно збродженого чи аеробно стабілізованого осаду, площа резервних мулових майданчиків розраховується на 20% річної кількості осаду.

$$F = 0,2365 V_{3a2} / (h \cdot K), \text{ M}^2, \quad (6.48)$$

40

ток 44); K - кліматичний коефіцієнт (додаток 45).

Площа мулових майданчиків перевіряється на зимове наморозжування. Під наморозжування має відводитися до 80 % загальної площі мулових майданчиків. Висота шару наморозженого осаду визначається за формулою:

$$h_{з.н.} = 0,2 \cdot 0,75 M_{заз} \cdot t / (F \cdot 0,8), \text{ м}, \quad (6.49)$$

де 0,75 – коефіцієнт, що враховує зменшення об'єму внаслідок зимової фільтрації і випаровування ([2], п. 10.7.12); t - період наморозжування - кількість днів з середньодобовою температурою повітря нижче - 10 °С (додаток 45); 0,8 - коефіцієнт, який враховує частку площі майданчиків, яка відводиться під наморозжування.

Висота наморозженого шару приймається на 0,1 м нижче від висоти огорожуючого валка. Розміри карт мулових майданчиків приймаються у залежності від місцевих умов. На малих очисних спорудах ширина карт приймається до 10 м, а на середніх та крупних - 35...40 м. Довжина карт приймається в 2,0...2,5 рази більше від ширини. Робоча глибина карт приймається 0,7...1,0 м. Висота огорожуючих валків приймається на 0,3 м вище робочого рівня. Ширину валків по верху приймають не менше 0,7 м, а при використанні механізмів для їх ремонту 1,8...2,0 м. Кількість карт має бути не менше чотирьох. Похил дна розвідних лотків та труб приймається за розрахунком, але не менше 0,01.

При механічному зневодненні сирих осадів мулові майданчики влаштовувати недоцільно. У цьому випадку рекомендується влаштовувати накопичувачі з терміном наявності не менше ніж 2 доби і передбачати 100 %-ве резервування зневоднювального обладнання ([2], п. 10.7.10).

7. ГЕНЕРАЛЬНИЙ ПЛАН МАЙДАНЧИКА ОЧИСНИХ СПОРУД

7.1. Компонування та благоустрій майданчика очисних споруд

Проектовані очисні споруди повинні розміщатися у межах території, план якої прикладається до завдання на курсовий проект. Генплан очисної станції необхідно скласти у масштабі 1:500. В окремих випадках при великій продуктивності станції можливе використання масштабу 1:1000.

На генплан наносять очисні і допоміжні споруди, лотки та трубопроводи різного призначення, а також дороги, огорожі, зони озеленення та ін.

Розташування очисних споруд у плані повинно забезпечити самопливний рух стічних вод при мінімальному об'ємі земляних робіт і по найкоротшим відстаням. Споруди повинні розміщатися по природному похилу місцевості.

Одночасно із складанням генерального плану майданчика слід скласти профілі води та мулу (профілі „по воді” та „по мулу”), що дозволить, враховуючи висотне розташування окремих споруд, правильно розмістити їх

у плані, встановити розміри виїмок і насипів та максимально використати можливості рельєфу місцевості.

Слід прагнути до симетричного розміщення споруд і скорочення шляхів руху води та осадів. Раціональне використання території досягається при умові, якщо основні споруди вписуються у квадрат чи близький до нього прямокутник.

Розміщення споруд, лотків в та трубопроводів повинне забезпечувати автоматичний розподіл води між окремими спорудами. Для рівномірного розподілу рідини по спорудам, окрім їх симетричного розташування, використовуються розподільчі чаші чи камери, аеровані канали чи інші пристрої. Розподільчі чаші чи камери обов'язкові перед відстійниками та метантенками з безперервним завантаженням. Перед аеротенками як розподільчий пристрій слід використовувати аеровані канали.

Споруди повинні розміщуватися як можливо ближче одна до одної для скорочення довжини комунікацій та площі займаної території. Слід розглядати можливі варіанти об'єднання споруд (блокування), наприклад: об'єднання попередніх аераторів з первинними відстійниками; первинних відстійників, аеротенків та вторинних відстійників тощо.

При проектуванні плану необхідно врахувати ширину проекції насипів та виїмок, що виконуються у залежності від виду ґрунту з похилом від 1:1 до 1:1,5. Потрібно передбачити також проходи та проїзди між спорудами та краями насипів та виїмок. Компонування споруд повинно забезпечити можливості будівництва по черзі і розширення станції у випадку збільшення припливу стічних вод. Необхідно передбачити на генплані станції резервні території для розширення окремих споруд і не слід розміщати на цих територіях капітальні споруди, будівлі та комунікації.

У складі очисних споруд повинні бути передбачені пристрої для виключення із роботи, спорожнення та промивки споруд і трубопроводів при їх ремонті, очистці тощо, а також трубопроводи чи лотки для аварійного скидання стічної рідини перед і після споруд механічної очистки.

Розриви між окремими спорудами у плані при розміщенні їх на одній площині з відносно спокійним похилом попередньо можуть намічатися наступними: між групами однойменних споруд - 2-3 м; між групами різноіменних споруд (з невеликими перепадами між ними) - 5-10 м; між спорудами та муловими майданчиками - 25-30 м.

Газгольдери (при місткості кожного менше 1000 м³) повинні розміщатися на відстані: 15 м від внутрішньо майданчикових доріг; 20 м від виробничих та підсобних будівель; 35 м від складів палива, 65 м від житлових та громадських будівель, базисних складів палива і від джерел відкритого вогню. Розрив між сусідніми газгольдерами приймається рівним півсумі їх діаметрів.

Метантенки розташовують не менше, як за 20 м до основних споруд та внутрішньо майданчикових автодоріг та 1,5 висоти опори - до високовольтних ліній.

Слід враховувати, що для правильної роботи водомірних лотків Паршаля ділянка каналу на відстані 15 м вище місця встановлення лотка повинна бути прямолінійною у плані.

Всі будівлі і споруди повинні бути забезпечені під'їзними та пішохідними доріжками. Ширина доріг на очисних спорудах приймається разом з шириною проїжджої частини не менше 3,5 м при загальній ширині з обочинами 5,5 м. Розміри майданчиків, що забезпечують розворот автомашин, повинні призначатися не менше 12х12 м; заокруглення при сполученні доріг повинні бути не менше 8 м, рахуючи по внутрішньому радіусу.

Окрім основних виробничих споруд на території станції розміщуються допоміжні та обслуговуючі об'єкти: котельня, майстерні, насосні, повітродувна, трансформаторні підстанції, склад хлору, прохідна, адміністративний корпус, лабораторії та ін. Склад, кількість та площі обслуговуючих приміщень встановлюються у залежності від продуктивності очисної станції та інших чинників ([2], табл. 17). Доцільно блокувати споруди, наприклад, насосні станції з хлораторною та повітродувною станцією, гараж з майстерною та складами тощо. Допоміжні споруди слід розміщувати по можливості в одному блоці.

При розміщенні допоміжних споруд у плані слід враховувати, що котельню зручно розмістити у центрі зони обслуговування теплоспоживачів, але не ближче 35 м від метантенків. Склад хлору повинен розміщуватися з урахуванням максимальних розривів між ним і найближчими будівлями: від адміністративних та побутових будівель очисної станції не ближче 100 м; від виробничих будівель, в котрих постійно знаходиться обслуговуючий персонал, - 50 м; від виробничих будівель і споруд, в котрих обслуговуючий персонал буває періодично - 30 м.

На межі майданчика очисних споруд слід передбачити посадку зеленої захисної зони смугою 5-10 м, а на самому майданчику - озеленення доріг на всіх вільних територіях.

Територія очисних споруд повинна бути загороджена огорожею висотою не менше 1,2 м. Окрім цього, окремі споруди повинні бути загороджені у відповідності до правил техніки безпеки [16].

7.2. Схема розміщення очисних споруд

Для визначення взаємного висотного розташування окремих споруд очисної станції складаються профілі руху води та мулу. Одночасно визначаються розміри каналів та трубопроводів, що зв'язують ці споруди.

Для складання профілю «по воді» шлях руху її по комунікаціям та спо-

рудам розбивається на розрахункові ділянки по ознаці постійної витрати. Для побудови профілю вибирається найбільш довгий шлях руху води. Довжина кожної ділянки (у метрах) визначається по генплану очисних споруд.

Отримані таким чином довжини розрахункових ділянок служать основою для побудови профілю, горизонтальний масштаб якого приймається однаковим з масштабом генплану, а вертикальний - 1:100.

При побудові профілю руху води необхідно враховувати наступне.

На мережі каналів та трубопроводів, що зв'язує окремі споруди очисної станції, є диктуючі точки, до яких відносяться розподільні чаші та камери з незатопленими водозливами; збірні водозливи первинних та вторинних відстійників; вимірювачі витрати води, діючі по принципу незатоплених водозливів; водозливи-стабілізатори швидкості води у піскоуловлювачах; зрошувальні системи біологічних фільтрів; вільні перепади між спорудами, що утворюються при крутому рельєфі місцевості тощо. У кожній диктуючій точці приймається запас на вільний вилив, рівний 10-15 см і більше при пропусканні розрахункової витрати стічних вод.

Гідравлічні втрати у системах каналів та трубопроводів доцільно визначати проти течії рідини, починаючи з визначення напору в диктуючій точці.

При визначенні висотного розміщення основних споруд слід звернути увагу на те, щоб вони спирались на природний ґрунт. На підсипці дозволяється розміщати решітки та піскоуловлювачі.

Слід прагнути до того, щоб об'єми насипів та виїмок збігались. Це забезпечує скорочення робіт по транспортуванню ґрунту. З цієї ж метою споруди, що мають велику висоту (вертикальні відстійники, двох'ярусні відстійники та ін.), доцільно розміщувати наполовину вище рівня землі.

Для визначення висотного розміщення основних споруд ураховують розрахункові втрати напору у кожному з них, у каналах та трубопроводах по ходу руху стічних вод, мулу, осадів. Втрати напору а окремих спорудах станції допускається приймати без спеціального розрахунку ([1], табл. 15.2, [3,10], додаток 49).

Визначення розмірів каналів і трубопроводів та гідравлічних втрат в них проводиться за максимальною секундною витратою стічних вод з коефіцієнтом 1,4 ([2], п. 10.1.17). Швидкості потоку рекомендується приймати у межах (м/с): для сирової стічної води - 0,9-1,0; для води, що пройшла піскоуловлювач - 0,7-1,0; для освітленої води - 0,6-1,0; для очищеної води - 0,5-1,0.

При розрахунку відкритих каналів приймають відношення глибини потоку до ширини каналу - 0,5 - 0,75; запас від горизонту води до бортів каналу - 0,2-0,3 м при його ширині до 1 м і 0,3-0,4 м при ширині більше 1 м.

Гідравлічний розрахунок каналів та трубопроводів слід проводити за таблицями для розрахунку каналізаційних мереж [15].

При проектуванні самопливних прямокутних каналів необхідно дотримуватися наступних рекомендацій.

На ділянках, що підводять воду до споруд, швидкості повинні залишатися постійними чи трохи зменшуватись по мірі зменшення витрати. Наповнення бажано зберігати більш чи менш постійними чи зменшуваними по течії рідини за рахунок втрат на місцеві спори. Перерізи каналів повинні змінюватись по можливості зменшенням їх ширини. На відвідних ділянках швидкості по течії повинні зростати чи залишатися постійними. По мірі збільшення витрат води перерізи відвідних каналів збільшуються як по глибині, так і по ширині.

При гідравлічному розрахунку комунікацій важливо правильно встановити втрати напору на місцеві опори. Значення коефіцієнтів місцевих опорів і розрахункові формули приводяться у різних довідних виданнях по гідравліці.

Результати розрахунку комунікацій очисної станції для побудови профілю руху води повинні бути зведені у таблицю (табл. 7.1).

При самопливному надходженні стічних вод на майданчик очисних споруд і відомій відмітці рівня води у підвідному колекторі побудову профілю руху води доцільно проводити у напрямку руху води, поступово знижуючи рівень води на величину втрат напору на кожній розрахунковій ділянці.

При подачі води на очисні споруди по напірному трубопроводу і у випадках, коли при самопливному надходженні води перепад між відміткою води у колекторі та максимальним рівнем води у річці невеликий, побудову профілю слід розпочинати від випуску стічних вод у напрямі, протилежному руху стічних вод. У всіх випадках необхідно, щоб витікання води з оголовка випуску відбувалося з напором не менше 1,5-2,0 м.

Таблиця 7.1

Форма таблиці гідравлічного розрахунку комунікацій очисної станції

№№ ділянок та назви споруд	Довжина ділянки, м	Розрахункова витрата, л/с	Розміри перетину, мм	Наповнення, мм	Швидкість, м/с	Похил	Втрати напору по довжині, м
1	2	3	4	5	6	7	8

Продовження табл. 7.1

Втрати на місцеві опори, м	Довжина ділянки, м	Відмітка лотка, м		Відмітки води, м		Примітки
		на початку ділянки	на кінці ділянки	на початку ділянки	на кінці ділянки	

При недостатній різниці відміток рівнів води у підвідному колекторі та у річці необхідно передбачити будівництво головної насосної станції на майданчику очисних споруд чи в безпосередній близькості від нього.

Під профілем «по воді» розмішують таблицю основних даних у відповідності до ГОСТ 21.604-82.

Профіль «по мулу» повинен відображати висотну схему руху осаду від первинних відстійників до мулової насосної станції, далі до метантенків і від метантенків до мулових майданчиків. Від мулових майданчиків повинен бути побудований профіль трубопроводу дренажних вод до скиду їх у приймальну камеру очисних споруд. Як і при побудові профілю „по воді”, шлях руху вибирається найдовшим. Розрахунки мулопроводів зводяться у таблиці по формі табл. 6.1. Під профілем «по мулу» розміщують таку ж таблицю основних даних, як і під профілем «по воді».

Слід намагатися, щоб зброджений осад на мулові майданчики надходив самопливом, для чого метантенки встановлюють так, щоб різниця відміток рівня осаду у метантенку і рівня осаду у розподільному лотку найбільш віддаленого мулового майданчика (чи найвище розміщеного) дорівнювала всім гідравлічним втратам на шляху осаду плюс вільний напір на вилив 1,0 м. Втрати напору у комунікаціях метантенка припускається приймати орієнтовно рівними 2 м.

Мінімальний діаметр напірних мулопроводів слід приймати рівним 150 мм. Мінімальні розміри мулових лотків приймають: на малих очисних станціях 250x250 мм, на середніх і великих 300x300 та 400x400 мм. Нормальний режим роботи відкритих лотків забезпечується при похилах не менше 0,01.

Найменші розрахункові швидкості руху сирих та зброджених осадів, а також згущеного активного мулу у напірних мулопроводах слід приймати по [2] (табл. 8).

При побудові профілю руху надлишкового мулу від вторинних відстійників до метантенків слід розмістити мулозгущувачі, щоб мулова вода з них могла надходити у канал перед аеротенками самопливом. Згущений надлишковий активний мул насосною станцією повинен подаватися по напірному трубопроводу у розподільну камеру метантенків.

При інших технологічних схемах обробки осадів на очисній станції профіль «по мулу» складається аналогічним чином у напрямку руху осадів.

8. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ З ОФОРМЛЕННЯ КРЕСЛЕНЬ ТА ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ ДО ПРОЕКТУ

Графічна частина проекту повинна подаватись на І,5-2 листах формату А1, що включають генеральний план очисних споруд, креслення одної з споруд станції (у відповідності до завдання). Профілі «по воді» та «по мулу» викреслюються на міліметровому папері і прикладаються до пояснювальної записки.

Генплан очисних споруд повинен бути виконаним у відповідності до вимог по оформленню генеральних планів [16].

На плані підземних комунікацій слід показати колодязі: на самопливних лініях - у місцях повороту, приєднання інших ліній, зміни похилу; на напірних лініях - у місцях встановлення запірної та іншої арматури.

На генплані повинні бути вказані розміри основних споруд (діаметр, ширина, довжина) і відстані між окремими спорудами та комунікаціями, так звані «прив'язочні» розміри.

На кресленні генплану потрібно помістити таблицю умовних позначок та експлікацію споруд. Позначення трубопроводів і каналів повинні відповідати діючим державним стандартам (додаток 50).

Умовне позначення трубопроводу складається з умовного графічного позначення трубопроводу (у вигляді лінії) і літерно-цифрового, що характеризує призначення і вид транспортованого середовища. Видимі ділянки проєктованого трубопроводу позначають суцільною лінією, невидимі (підземні, у перекритих каналах тощо) - штриховою лінією такої ж товщини.

Робочі креслення споруди, вказаної у завданні, повинні точно відповідати результатам розрахунку, генплану і профілям руху води і осадів. Конструкція споруди повинна бути розроблена з урахуванням новітніх досягнень практики проєктування, будівництва і експлуатації очисних споруд. В цьому випадку небажане використання типової споруди, проте використання окремих вузлів і конструктивних деталей з типових проєктів цілком припустиме. На кресленні споруди повинні бути вказані основні розміри і відмітки, рівні природного ґрунту і обсіпки і тощо.

При виконанні графічної частини проєкту слід звернути особливу увагу на суворе додержання правил, встановлених ГОСТ „Єдина система конструкторської документації” (ЕСКД), „Система проєктної документації для будівництва” (СПДС).

Пояснювальна записка до проєкту повинна включати наступні основні розділи.

Вступ.

1. Розрахункові витрати стічних вод.
2. Розрахункові концентрації забруднень стічних вод.
3. Необхідний ступінь очистки стічних вод.
4. Технологічна схема очистки стічних вод.
5. Розрахунок основних споруд.

6. Розрахунок каналів і трубопроводів.
7. Підсобні та допоміжні будівлі і споруди.
8. Благоустрій території очисної станції.
9. Додатки.
10. Література.
11. Зміст.

Пояснювальна записка повинна містити всі дані, необхідні для обґрунтування і пояснення прийнятих рішень і бути гранично стислою. Не слід включати у записку загальні положення, що не мають прямого відношення до даного проекту.

При викладанні тексту пояснювальної записки доцільно використовувати пасивні звороти типу «у проекті прийнята технологія...», «вибір типу відстійника зроблений на основі...», «прийняте рішення було викликане необхідністю...» тощо.

При використанні у проекті нормативних та інших розрахункових даних необхідно дати посилання на літературне джерело. Кожне посилання повинне мати номер літературного джерела (у квадратних дужках) за списком, що додається, номер сторінки чи таблиці. При посиланні на будівельні норми і правила слід вказати скорочену назву відповідного розділу ДБН і номер пункту чи таблиці. Не слід приводити посилання на положення ДБН чи іншого літературного джерела без вказівок на те, що конкретно містить дане положення.

Розрахунки, виконані при проектуванні, доцільно подавати у пояснювальній записці у наступній формі: написавши розрахункову формулу у загальному вигляді, тут же після знаку рівності слід переписати цю формулу з чисельними значеннями і написати відповідь. Нижче повинна бути дана розшифровка позначень, що входять у формулу, та вказано з яких джерел взяті їх чисельні значення.

Особливу увагу слід звернути на обов'язкове і правильне написання розмірності величин.

В кінці пояснювальної записки повинен бути приведений список літературних джерел, на які були посилання у тексті.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Загальні коефіцієнти нерівномірності припливу побутових
стічних вод від міста

Середня витрата стічних вод, л/с	Загальний коефіцієнт нерівномірності	
	максимальний	мінімальний
5	2,5	0,38
10	2,1	0,45

20	1,9	0,5
50	1,7	0,55
100	1,6	0,59
300	1,55	0,62
500	1,5	0,66
1000	1,47	0,69
5000 та більше	1,44	0,71

Додаток 2

Орієнтовний розподіл добової витрати стічних вод по годинах доби

Години доби	Витрата стічних вод, %, при $K_{\text{зог. макс}}$		
	1,8	1,6	1,4
1	2	3	4
0 - 1	1,25	1,55	1,65
1 - 2	1,25	1,55	1,65
2 - 3	1,25	1,55	1,65
3 - 4	1,25	1,55	1,65
4 - 5	1,25	1,55	1,65
5 - 6	3,3	4,35	4,2
6 - 7	5	5,95	5,8
7 - 8	7,2	5,8	5,8
8 - 9	7,5	6,7	5,85
9 - 10	7,5	6,7	5,85
10 - 11	7,5	6,7	5,85
11 - 12	6,4	4,8	5,05
12 - 13	3,7	3,95	4,2
13 - 14	3,7	5,55	5,8
14 - 15	4	6,05	5,8
15 - 16	5,7	6,05	5,8
16 - 17	6,3	5,6	5,8
17 - 18	6,3	5,6	5,75
18 - 19	6,3	4,3	5,2
19 - 20	5,25	4,35	4,75
20 - 21	3,4	4,35	4,1
21 - 22	2,2	2,35	2,85
22 - 23	1,25	1,55	1,65
23 - 24	1,25	1,55	1,65

Додаток 3

Кількість забруднень на одного жителя

№ п.п.	Показник	Кількість забруднюючих речовин на одного жителя г/добу
1.	Завислі речовини	65
2.	БПК _{повн.} неосвітленої рідини	75
3.	БПК _{повн.} освітленої рідини	50
4.	Поверхнево-активні речовини	2.5
Примітка: Кількість забруднень від населення, що проживає в не каналізованих районах, необхідно враховувати в розмірі 33% від указаних у таблиці		

Додаток 4

Значення константи швидкості споживання кисню

Значення константи при температурі, °C										
0	5	9	12	15	18	20	22	24	26	28
0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14

Додаток 5

Значення коефіцієнта K_n для аерованих пісковловлювачів

Діаметр частинок піску, що затримуються,	Гідравлічна крупність піску,	Значення коефіцієнта K_n при співвідношенні В: Н _г		
мм	мм/с	1,0	1,25	1,5
0,15	13,2	2,62	2,50	2,39
0,20	18,7	2,43	2,25	2,08

Додаток 6

Технологічні параметри роботи пісковловлювачів

Вид пісковловлювача	Гідравлічна крупність, мм/с	Швидкість, м/с, при витраті		Глибина, м	Кількість піску, що затримується, л/люд добу	Вологість, %	Вміст піску у осаді, %
		мін.	макс.				
Горизонтальний	18,7-24,2	0,15	0,3	0,5-2	0,02	60	55-60
Аерований	13,2-18,7	-	0,08-0,12	0,7-3,5	0,03	-	90-95
Тангенціальний	18,7-24,2	-	-	0,5 D	0,02	60	70-75

Додаток 10

Розміри типових аерованих пісковловлювачів

Орієнтовна продуктивність, тис. м ³ /добу	Кількість відділень	Розміри відділення, м			Відношення В/Н
		ширина	глибина	довжина	
70	2	3,0	2,1	12	1,34
100	3	3,0	2,1	12	1,34
140	2	4,5	2,8	18	1,5
200	3	4,5	2,8	18	1,5
280	4	4,5	2,8	18	1,5

Додаток 12

Розміри типових пісковловлювачів із круговим рухом води

Орієнтовна продуктивність м ³ /добу	Діаметр м	Відстань між центрами піскоуловлювачів, м	Ширина, м	
			кільцевого жолоба	підвідного та відвідного лотків
2700	4,0	6,0; 6,5	0,5;0,8	0,3
4200				0,3
7000				0,45
10000				0,6
17000	6,0	10,0; 11,0	1,0	0,6
25000			1,4	0,9
40000			1,5	0,9
64000			1,8	1,2

Додаток 13

Значення коефіцієнта, що враховує вплив температури на в'язкість води

Температура води, °С	40	30	25	20	15	10	5
Коефіцієнт α	0,66	0,8	0,9	1	1,14	1,3	1,5

Додаток 14

Тривалість відстоювання стічних вод в залежності від необхідного ефекту очищення

Ефект очищення, %	Тривалість відстоювання, с, при концентрації завислих речовин, мг/дм ³			
	100	200	300	500
20	600	300	-	-
30	900	540	320	260
40	1320	650	450	390
50	1900	900	640	450

60	3800	1200	870	680
70	-	3600	2600	1830

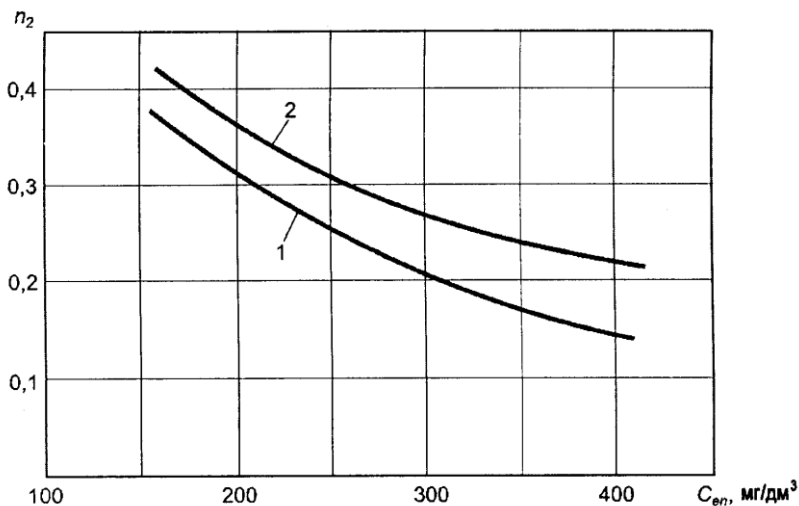
Додаток 15

Значення турбулентної складової

Горизонтальна швидкість, мм/с	5	10	15
Турбулентна складова, мм/с	0	0,05	0,1

Додаток 16

Залежність показника ступеня n від концентрації завислих речовин



1- ефект очистки 50%; 2 - ефект очистки 60%

Додаток 17

Розрахункові параметри первинних відстійників

Тип від- стійника	Коефіцієнт використан- ня об'єму	Робоча глиби- на, м	Ши- рина, м	Швидкість руху ріди- ни, мм/с	Похил дна
Горизон- тальний	0,5	1,5 - 4,0	$2H - 5H$	5 - 10	0,005- 0,05
Радіальний	0,45	1,5 - 5,0	-	5 - 10	0,005- 0,05

Додаток 18

Розміри типових горизонтальних відстійників

Орієнтовна продуктивність, м ³ /год	Розміри відділення, м			Число відділень	Розрахунковий об'єм, м ³
	ширина	довжина	глибина		
1160	6	24	3,15	4	1740
1740	6	24	3,15	6	2610
2130	9	30	3,1	4	3200
3200	9	30	3,1	6	4800
4260	9	30	3,1	8	6400

Додаток 19

Розміри типових радіальних відстійників

Орієнтовна продуктивність, м ³ /год	Діаметр, м		Глибина, м	Об'єм Зони відстоювання, м ³	Примітка
	відстійника	впускного пристрою			
525	18	1,4	3,4	788	первинний
525	18	1,4	3,7	788	вторинний
930	24	1,6	3,4	1400	первинний
930	24	1,6	3,7	1400	вторинний
1460	30	1,8	3,4	2190	первинний
1460	30	1,8	3,7	2190	вторинний
3054	40	2,0	4,0	4580	первинний
3054	40	2,0	4,35	4580	вторинний

Додаток 26

Дані для розрахунку аеротенків

Максимальна швидкість окислення, мг/(г· год)	85
Константа, що характеризує властивості органічних забруднень, мг БПК _{повн.} /дм ³	33
Константа, що характеризує вплив кисню, мгО ₂ /дм ³	0,625
Коефіцієнт, що враховує вплив продуктів розкладу активного мулу, дм ³ /г	0,07
Концентрація розчиненого кисню, мгО ₂ /дм ³	2,0
Зольність активного мулу	0,3

Додаток 27

Значення мулового індексу для міських стічних вод

Значення мулового індексу, $\text{см}^3/\text{г}$, в залежності від навантаження на мул, $\text{мг}/(\text{г} \cdot \text{добу})$					
100	200	300	400	500	600
130	100	70	80	95	130

Додаток 28

Значення коефіцієнта K_I

f_{az} / f_{at}	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,75	1
K_I	1,34	1,47	1,68	1,89	1,94	2	2,13	2,3
$J_{a,\max}$, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$	5	10	20	30	40	50	75	100

Додаток 29

Значення коефіцієнта K_2

h_a , м	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	3	4	5	6
K_2	0,4	0,46	0,6	0,8	0,9	1	2,08	2,52	2,92	3,3
$J_{a,\min}$, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$	48	42	38	32	28	24	4	3,5	3	2,5

Додаток 30

Розчинність кисню в чистій воді при тиску 0,1 МПа

Температура, $^{\circ}\text{C}$	Концентрація кисню $\text{мг}/\text{дм}^3$	Температура, $^{\circ}\text{C}$	Концентрація кисню $\text{мг}/\text{дм}^3$
5	12,79	18	9,4
10	11,27	20	9,02
12	10,75	22	8,67
14	10,26	24	8,33
16	9,82	26	8,02

Розміри типових аеротенків-витиснювачів

Шири- на ко- ридору, м	Робоча глиби- на, м	Число кори- дорів	Робочий об'єм однієї секції, м ³ при довжині, м			
			36-42	48-54	60-66	72-78
1	2	3	4	5	6	7
4,5	3,2	2	1040- 1213	1386- 1559	1732	-
		3	1560- 1820	2080- 2340	2600	-
		4	2070- 2416	2762- 3108	3494- 3800	-
	4,4	2	1420- 1658	1896- 2134	2372	-
		3	2140- 2496	2852- 3208	3564	-
		4	2850- 3325	3800- 4275	4750- 5225	-
6,0	4,4	2	-	2530- 2847	3154- 3471	3788
		3	-	3800- 4275	4750- 5225	5700
		4	-	5700	5334- 6968	7602- 8230
	5,0	2	-	2880- 3240	3600- 3960	4320
		3	-	4320- 4860	5400- 5940	6480
		4	-	6500	7220- 7940	8666- 9380
9,0	4,4	2	6180	6655- 7130	7505- 7980	8455
		3	9270	9983- 10696	11409- 12122	12835
		4	-	13300- 14250	15200- 16150	17100- 18050

1	2	3	4	5	6	7
	5,0	2	7020	7560-8100	8640-9180	9720
		3	10530	11340-12150	12960-13770	14580
		4	-	15120-16200	17280-18360	19440-20520

Додаток 32

Вихід газоподібного хлору при температурі 16 °С

Вид тари	Площа поверхні тари, м ²	Вихід хлору, кг/(м ² · год)
Балони ємкістю 40 л встановлені вертикально	0,99	0,7
Балони ємкістю 40 л встановлені під кутом 20°	0,9	2,0
Контейнери ємкістю 800 л	4,7	3-4

Додаток 34

Розміри типових контактних резервуарів

Орієнтовна продуктивність, тис. м ³ /добу	Число відділень	Розміри, м		
		ширина	довжина	глибина
25	2	6	18	2,8
35	3	6	18	
50	4	6	18	
50	2	9	24	
70	3	9	24	
100	4	9	24	
100	3	9	36	
140	4	9	36	
140	3	9	48	
200	4	9	48	
280	6	9	48	

Нормативні дані для розрахунку мулозгущувачів

Характеристика активного мулу	Вологість ущільненого мулу, %		Тривалість ущільнення, год		Швидкість руху рідини у верти- кальному муло- згущувачі, мм/с
	Тип ущільнювача				
	верти- каль- ний	раді- аль- ний	верти- каль- ний	раді- аль- ний	
1	2	3	4	5	6
Активний мул з аеротенків з кон- центрацією 1,5-3,0 г/дм ³	-	97,3	-	5-8	-
1	2	3	4	5	6
Активний мул з вторинних від- стійників з кон- центрацією 4,0 г/дм ³	98	97,3	10-12	9-11	не більше 0,1
Активний мул з зони відстоювання аеротенків-відстій- ників з концен- трацією 4,5-6,5 г/дм ³	98	97	16	12-15	не більше 0,1

Вміст поверхнево-активних речовин в осаді

Концентрація пове- рхнево- активних речовин в стічній воді, мг/дм ³	Вміст поверхнево-активних речовин, мг/г су- хого осаду	
	осад з первинних відстійників	надлишковий акти- вний мул
5	5	5
10	9	5
15	13	7
20	17	7
25	20	12
30	24	12

Нормативні дані для розрахунку метантенків

Режим зброджування	Добове органічне навантаження на метантенк, $S_{без}$, кг/(м ³ .добу), та значення коефіцієнта K_p при вологості, %				
	93	94	95	96	97
Мезофільний	3,43/1,05	3,36/0,89	82,8/0,72	2,52/0,56	2,1/0,4
Термофільний	6,86/0,46	6,72/0,39	5,95/0,31	6,04/0,24	4,0/0,17

Розміри типових метантенків

Корисний об'єм, м ³	Діаметр, м	Висота, м		
		верхнього конуса	циліндричної частини	нижнього конуса
1	2	3	4	5
1000	12,5	1,9	6,5	2,15
1600	15	2,35	7,5	2,6
1	2	3	4	5
2500	17,5	2,5	8,5	3,05
4000	20	2,9	10,6	3,5
6000	18	3,15	18	3,5
8000	22,6	4,45	16,3	3,7

Розміри типових газгольдерів

Об'єм газгольдера, м ³	Діаметр резервуара, мм	Висота газгольдера, мм
100	7400	7450
300	9300	12500
600	11480	15400
1000	14500	15400
3000	21050	20100
6000	26900	24200

Основні технічні характеристики дегідраторів марки ES

Тип	Продуктивність		Шнек	Потужність
	Концентрація с.р. 2-4 г/дм ³	Концентрація с.р. 6-35 г/дм ³		
ES-50	1 кг _{ср} /год 0,5~1,2м ³ /год	1-3 кг _{ср} /год 0,1~0,3м ³ /год	Ø 50×1	0,075
ES-101	2-3 кг _{ср} /год 0,75~1,5м ³ /год	3-5 кг _{ср} /год 0,5~0,5м ³ /год	Ø 100×1	0,25
ES-131	4-5 кг _{ср} /год 1,0~2,5м ³ /год	6-9 кг _{ср} /год 0,17~1,5м ³ /год	Ø 130×1	0,3
ES-132	8-10 кг _{ср} /год 3,0~9,0м ³ /год	12-18 кг _{ср} /год 0,34~3,0м ³ /год	Ø 130×2	0,4
ES-202	12-18 кг _{ср} /год 2,0~5,0м ³ /год	18-30 кг _{ср} /год 0,86~3,0м ³ /год	Ø 130×2	0,8
ES-301	18-27 кг _{ср} /год 4,5~13,5м ³ /год	35-50 кг _{ср} /год 1,5~6,0м ³ /год	Ø 300×1	0,8
ES-302	36-54 кг _{ср} /год 9,0~27,5м ³ /год	72-100 кг _{ср} /год 3,0~12,0м ³ /год	Ø 300×2	1,2
ES-303	54-81 кг _{ср} /год 13,5~40,5м ³ /год	108-150 кг _{ср} /год 4,5~18,0м ³ /год	Ø 300×3	1,6
ES-351	~ 60 кг _{ср} /год	~ 90 кг _{ср} /год	Ø 350×1	1,9
ES-352	~ 120 кг _{ср} /год	~ 180 кг _{ср} /год	Ø 350×2	3,75
ES-353	~ 180 кг _{ср} /год	~ 270 кг _{ср} /год	Ø 350×3	6,0

Основні технічні характеристики фільтр-пресів Екотон

Параметр	ПЛ-06К*	ПЛ-12/12К	ПЛ-16/16К	ПЛ-20/20К
Продуктивність, мах				
-за сухою речовиною, не більше кг/год	200	600	800	1100
-за вихідним осадом, не більше м³/год	8	14/30	40	50
Ширина стрічок, мм	600	1200	1600	2000
Швидкість стрічок, м/хв	2-10	2-10	2-10	2-10

Потужність приводу, кВт	1,5	2,2/3,3	2,2/3,3	2,2/3,3
Маса, кг, не більше	3650/4900	3650/4900	4200/5700	4780/6600

* «К» у найменуванні позначає фільтр-прес у виконанні «КОМБІ» (у комплекті зі згущувачем

* фільтр-прес ПЛ-06К випускається тільки у комплекті зі згущувачем

Додаток 42

Основні технічні характеристики згущувачів осаду Екотон

Параметр	СГ-12	СГ-16	СГ-20	СГ-22
1	2	3	4	5
Продуктивність, мах				
1	2	3	4	5
-за сухою речовиною, не більше кг/год	600	800	1100	1700
-за вихідним осадом, не більше м ³ /год	30	40	50	90
Ширина стрічок, мм	1200	1600	2000	2200
Швидкість стрічок, м/хв	2-10	2-10	2-10	3-17
Потужність приводу, кВт	1,1	1,1	1,1	2,2
Маса, кг, не більше	1270	1510	1810	1810

Додаток 43

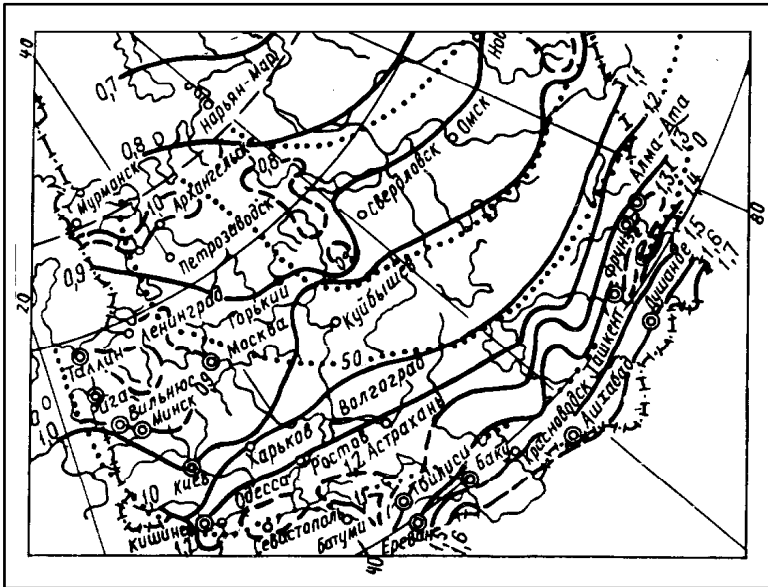
Технічна характеристика камери дегельмінтизації модернізованої

Продуктивність за зневодненням осадом, м ³ /год	0,4-0,6
Швидкість руху стрічки металевого транспортера, м/хв	0,7
Товщина шару кеку, мм	10-25
Довжина стрічки (по осям барабанів), мм	4500
Ширина стрічки, мм	1200
Тиск газу в мережі, мм вод. ст.	70-250
Витрата природного газу на одну горілку, м ³ /год	0,56-1,06
Кількість горілок ГК-27У-1	24
Висота встановлення горілок над шаром кеку, мм	100-200

Нормативні дані для розрахунку мулових майданчиків

Характеристика осаду	Мулові майданчики		
	на природній основі	на природній основі з дренажем	на асфальто-бетонній основі з дренажем
1	2	3	4
Зброджена в мезофільних умовах суміш осаду з первинних відстійників і активного мулу	1,2	1,5	2,0
Зброджена в термофільних умовах суміш осаду з первинних відстійників і активного мулу	0,8	1,0	1,5

Значення кліматичного коефіцієнту та тривалості періоду наморозування на мулових майданчиках

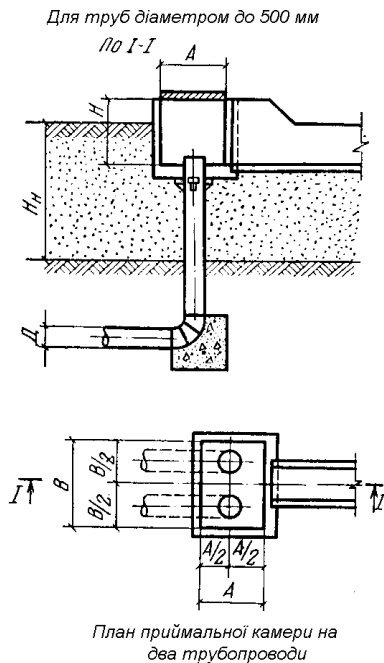
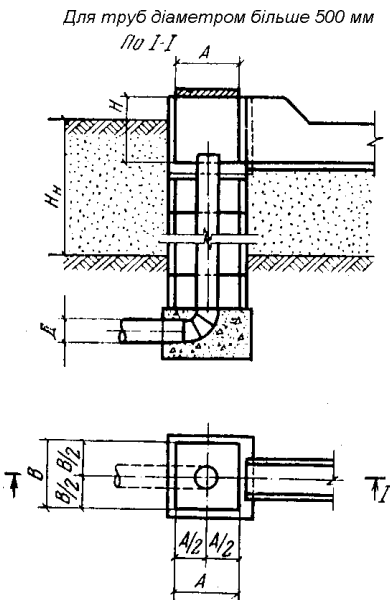


Повітродувні станції

Продуктивність, тис. м ³ /год	Розмір в плані, м	Повітродувки	
		марка	кількість
5	30x12	ТВ-50-1,6	3
10	30x12	ТВ-80-1,6	3
до 21	30x12		4
до 36	36x12	ТВ-175-1,6	4
до 48	36x12		6
до 72	42x12		8
до 90	48x12	ТВ-300-1,6	8
180	54x18	ТВ-750-23-6	6

Додаток 47

Схеми та розміри приймальних камер очисних споруд



На один трубопровід				На два трубопроводи		
Q, л/с	D, мм	Марка	АхВхН, мм	D, мм	Марка	АхВхН, мм
31	200	ПК-1-20	1000х	2х150	ПК-2-15	1000х
55	250	ПК-1-25а	1000х	2х200	ПК-2-20	1500х
83	250	ПК-1-25б	1200	2х250	ПК-2-25	1200
134	400	ПК-1-40а		2х300	ПК-2-30а	
182	400	ПК-1-40б		2х300	ПК-2-30б	
280	500	ПК-1-50		2х400	ПК-2-40	
393	600	ПК-1-20	1500х	2х500	ПК-2-50	1500х
476	600	ПК-1-20	1500х	2х600	ПК-2-60а	2000х
610	700	ПК-1-20	1600	2х600	ПК-2-60б	1600
750	700	ПК-1-20		2х700	ПК-2-70	1600х
917	800	ПК-1-20		2х800	ПК-2-70	2500х
1140	900	ПК-1-20		2х800	ПК-2-80	1600
1390	1100	ПК-1-20	2000х	2х900	ПК-1-90	2000х
1810	1200	ПК-1-20	2000х	2х1100	ПК-1-110	3200х
2210	1200	ПК-1-20	2000	2х1200	ПК-1-120а	2000
2450	1400	ПК-1-20		2х1200	ПК-1-120б	
2920	1400	ПК-1-20		2х1200	ПК-1-120в	

Додаток 48

Розміри лотків Вентурі

Витрати, м ³ /год	Розміри, мм		
	ширина	висота	довжина
25-500	450	600	4500
60-1250	600	900	6000
200-4000	900	1200	7800
250-5000	1200	1200	8400
400-8000	1800	1200	9200

Додаток 49

Орієнтовні втрати напору в спорудах

Споруда	Втрати, м	Споруда	Втрати, м
Приймальна камера	0,05 - 0,1	Радіальні відстійники	0,4 - 0,6
Решітки	0,1 - 0,25	Біофільтри	Н + 1,5
Піскоуловлювачі	0,15 - 0,25	Аеротенки	0,5 - 0,8
Горизонтальні відстійники	0,1 - 0,25	Контактні резервуари	0,1 - 0,3
Вертикальні відстійники	0,5 - 0,7	Змішувачі	0,6 - 0,8

Умовні позначки трубопроводів на генпланах очисних споруд

К 1	побутова каналізація
К 1Н	напірний трубопровід побутової каналізації
К 1.1	трубопровід спорожнення споруд
К 1.2	обвідний трубопровід
К 3	трубопровід технічної води
К 4.1	трубопровід робочої рідини гідроелеваторів (гідрозмиву осаду) піскоуловлювачів
К 4.2	трубопровід піщаної пульпи
К 4.3	трубопровід осаду первинних відстійників
К 4.4	трубопровід дренажної води
К 5.1	трубопровід активного мулу
К 5.2	трубопровід надлишкового активного мулу
К 5.3	трубопровід ущільненого мулу
К 5.4	трубопровід збродженої суміші осаду і надлишкового активного мулу
К 5.5	трубопровід зворотного (рециркуляційного) активного мулу
К 5.6	трубопровід мулової води
К 5.7	трубопровід осаду з контактних резервуарів
В 1	трубопровід госп-питного водопроводу
АО	повітропровід
-/-	електрокабель
Т 7	подаючий паропровід
Т 8	зворотний паропровід
Г 1	газопровід
Г 2	газопровід із газгольдерів

САМОСТІЙНА РОБОТА

Самостійна робота студента є основним засобом засвоєння студентом навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Пізнавальна діяльність студентів у процесі виконання самостійної роботи характеризується високим рівнем самостійності та сприяє залученню студентів до творчої активності.

Підсумком самостійної роботи над вивченням навчальної дисципліни «Водовідведення (очистка стічних вод)» є самостійне опрацювання рекомендованих тем:

1. Нормативна база для проектування, будівництва і експлуатації каналізаційних очисних споруд.

2. Методи і споруди механічної очистки стічних вод.
3. Біологічна очистка міських стічних вод.
4. Методи доочистки і знезаражування міських стічних вод.
5. Знешкодження і утилізація осадів міських очисних споруд.
6. Компактні установки для очистки міських стічних вод.

Підсумком самостійної роботи над вивченням навчальної дисципліни є складання письмового звіту за темами, вказаними вище. 13

Звіт оформлюється на стандартному папері формату А4 (210х297) з одного боку. Поля: верхнє, праве, ліве – 20 мм, нижнє – 22 мм, ліве. У тексті повинні бути зазначені посилання на використану літературу.

Звіт може бути рукописним або друкованим і виконується українською мовою.

На титульний сторінці звіту мають бути зазначені назва кафедри, навчальна дисципліна, прізвище та ініціали здобувача вищої освіти, група, прізвище та ініціали викладача, який приймає роботу, посада.

Загальний обсяг звіту – 10-15 сторінок. Звіт включає план, основну частину, висновки, список використаної літератури та додатки (за необхідності).

Захист звіту про самостійну роботу проводиться у терміни, спільно обумовлені викладачем і здобувачем вищої освіти.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ковальчук В.А. Очистка стічних вод : навчальний посібник. Рівне : ВАТ „Рівненська друкарня”, 2002. 622 с.
2. ДБН В.2.5-75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Київ : Мінрегіон України, 2023. 132 с.
3. Канализация населенных мест и промышленных предприятий / Н. И. Лихачев, И. И. Ларин, С. А. Хаскин и др. / Под общ. ред. В. Н. Самохина. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Стройиздат, 1981. 639 с. (Справочник проектировщика).
4. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами. Постанова кабінету міністрів України від 29 березня 1999 р. № 465.
5. Родзиллер И. Д. Прогноз качества воды водоемов приемников сточных вод. М. : Стройиздат, 1981. 639 с.
6. Наукова бібліотека НУВГП (м. Рівне, вул. Олекси Новака, 75). URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/16739> (дата звернення: 25.05.2020).
7. Ласков Ю. М., Воронов Ю. В., Калицун В. И. Примеры расчетов канализационных сооружений : учеб. пособие для вузов / Изд. 2-е перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1987. 255 с.
8. Колобанов С. К., Ершов А. В., Кигель М. Е. Проектирование очистных

- сооружений канализации. К. : Будівельник, 1977. 224 с.
9. Синьов О. П. Інтенсифікація роботи і реконструкція каналізаційних очисних споруд : навч. посібник. К. : ІСДО, 1994. 136 с.
 10. Василенко А. А. Водоотведение. Курсовое проектирование. К. : Вишшк. Головное изд-во, 1988. 256 с.
 11. Яковлев С. В. Воронов Ю. В. Биологические фильтры. Изд. 2-е перераб. и доп. М. : Стройиздат, 1982. 120 с.
 12. Лукиных Н. А., Липман Б. Л., Криштул В. П. Методы доочистки сточных вод / Изд. 2-е перераб. и доп. М. : Стройиздат, 1978. 156 с.
 13. Туровский И. С. Обработка осадков сточных вод. Изд. 3-е перераб. и доп. М. : Стройиздат, 1988. 256 с.
 14. Москвитин Б. А., Мирончик Т. М., Москвитин А. С. Оборудование водопроводных и канализационных сооружений : учебник для вузов. М. : Стройиздат, 1984. 192 с.
 15. Лукиных А. А., Лукиных М. М. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского. 4-е изд. М. : Стройиздат. 1984.
 16. СНиП II-89-80. Генеральные планы промышленных предприятий. М. : Стройиздат, 1981. 33 с.
 17. Справочник по гидравлическим расчетам / Под ред. П. Г. Киселева. М. : Энергоиздат. 1974.
 18. Проектирование сооружений для очистки сточных вод (Справочное пособие к СНиП) / ВНИИ ВОДГЕО. М. : Стройиздат, 1990. 192 с.
 19. Компания «Екотон». Каталог продукции. www.ekoton.com. 91 с.